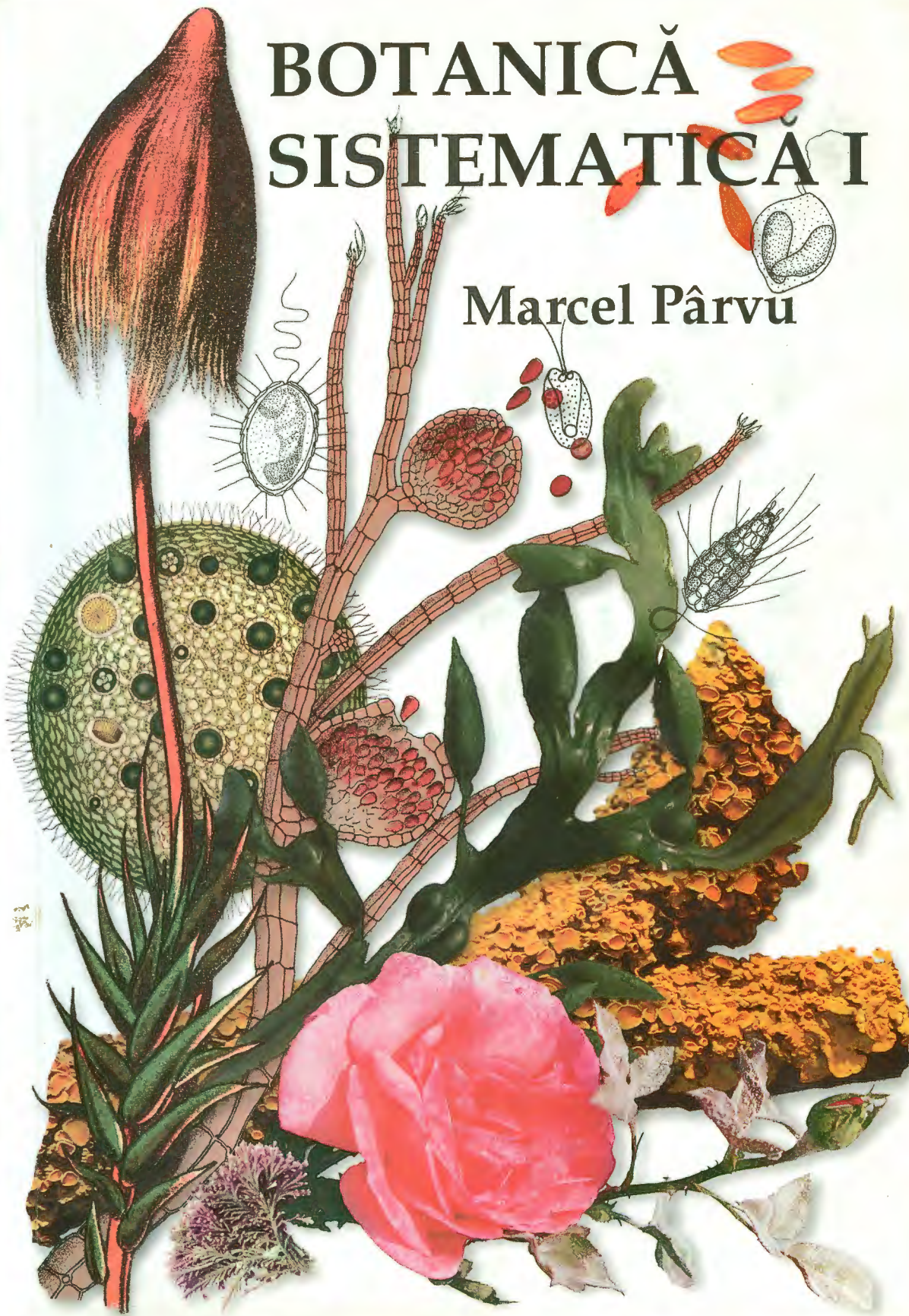


BOTANICĂ SISTEMATICĂ I

Marcel Pârvu



Editura Gloria
ISBN 973-8267-17-X

Referenți științifici:
Prof. dr. Vasile Cristea
Prof. dr. Leontin Ștefan PÉTERFI
Prof. Dr. Ioan HODIȘAN

Corectura: Autorul

Sponsorizare:

S.C. OLTCHIM S.A. RM. VÂLCEA
S.C. ECOCHEM S.A. BUCUREȘTI
S.C. ROM – FUNGHI S.R.L. ARAD
Dr. Beatrice HOHENEDER (Austria)
Dr. Franz KRENDL (Austria)

Ilustrația: Eva DABOC
Silvia Irina VEDINAȘ

Tiparul:



Casa de Editură și Tipografie
CLUJ – NAPOCA

Comanda numărul B4/2003
Director: Hoch Sándor

I. BOTANICĂ SISTEMATICĂ GENERALĂ

<i>Capitolul 1</i>	
Definiția, obiectul și legătura botanicii sistematice cu alte științe	9
<i>Capitolul 2</i>	
Scurt istoric al dezvoltării botanicii sistematice	10
<i>Capitolul 3</i>	
Sisteme de clasificare a lumii vii	11
<i>Capitolul 4</i>	
Unități taxonomice	15
<i>Capitolul 5</i>	
Apariția și evoluția vieții	16

II. BOTANICĂ SISTEMATICĂ SPECIALĂ

<i>Capitolul 1</i>	
Regnul Monera	21
1.1. Morfologia bacteriilor	21
1.2. Structura celulei bacteriene	22
1.3. Nutriția	23
1.4. Înmulțirea	24
1.5. Clasificarea	26
1.5.1. Archaeobacteria	27
1.5.2. Eubacteria	29
1.5.2.1. Eubacterii Gram-pozitive	29
1.5.2.1.1. Coci Gram-pozitivi	30
1.5.2.1.2. Coci și bastonașe Gram-pozitive care formează endospori	30
1.5.2.1.3. Bastonașe regulate, nesporogene, Gram-pozitive	30
1.5.2.1.4. Micoplasme	30
1.5.2.1.5. Actinomicete	31
1.5.2.1.6. Micobacterii	31
1.5.2.2. Eubacterii Gram-negative	31
1.5.2.2.1. Bastonașe și coci aerobi Gram-negativi	31
1.5.2.2.2. Bastonașe Gram-negative, facultativ anaerobe	33
1.5.2.2.3. Bacterii încapsulate	33
1.5.2.2.4. Spirochete	34
1.5.2.2.5. Bacterii nitrificatoare	34
1.5.2.2.6. Bacterii sulfuroase necolorate	34
1.5.2.2.7. Bacterii fotosintetice	35
1.5.2.2.7.1. Bacteriile purpurii	35
1.5.2.2.7.2. Bacteriile verzi	36
1.5.2.2.7.3. Cyanobacteria (Cyanophyta)	36
1.5.2.2.7.4. Prochlorophyta	47
1.6. Importanța bacteriilor	47
1.7. Originea și evoluția procariotelor	48
1.8. Morfologia, structura și originea virusurilor	49
<i>Capitolul 2</i>	
Regnul Protista	52

2.1. Morfologia talului și evoluția acestuia la alge	52
2.2. Înmulțirea algelor	53
2.3. Clasificarea algelor	55
2.3.1. <i>Încrengătura Cryptophyta</i>	57
2.3.1.1. Morfologia talului	57
2.3.1.2. Structura celulară	57
2.3.1.3. Nutriția	59
2.3.1.4. Înmulțirea	59
2.3.1.5. Clasificarea	59
2.3.1.6. Mediul de viață	59
2.3.1.7. Originea și evoluția	59
2.3.2. <i>Încrengătura Dinophyta</i>	60
2.3.2.1. Morfologia talului	60
2.3.2.2. Structura celulară	60
2.3.2.3. Nutriția	62
2.3.2.4. Înmulțirea	62
2.3.2.5. Clasificarea	63
2.3.2.5.1. <i>Clasa Haplodiniophyceae</i>	63
2.3.2.5.2. <i>Clasa Dinophyceae</i>	63
2.3.2.6. Mediul de viață	64
2.3.2.7. Originea și evoluția	65
2.3.3. <i>Încrengătura Chrysophyta</i>	65
2.3.3.1. Morfologia talului	65
2.3.3.2. Structura celulară	65
2.3.3.3. Nutriția	67
2.3.3.4. Înmulțirea	68
2.3.3.5. Clasificarea	68
2.3.3.5.1. <i>Clasa Chrysophyceae</i>	68
2.3.3.5.2. <i>Clasa Prymnesiophyceae</i>	70
2.3.3.6. Originea și evoluția	70
2.3.4. <i>Încrengătura Xanthophyta</i>	71
2.3.4.1. Morfologia talului	71
2.3.4.2. Structura celulară	71
2.3.4.3. Nutriția	73
2.3.4.4. Înmulțirea	73
2.3.4.5. Clasificarea	73
2.3.4.6. Mediul de viață	75
2.3.4.7. Originea și evoluția	75
2.3.5. <i>Încrengătura Bacillariophyta</i>	75
2.3.5.1. Morfologia talului	75
2.3.5.2. Structura celulară	78
2.3.5.3. Nutriția	79
2.3.5.4. Înmulțirea	79
2.3.5.5. Clasificarea	82
2.3.5.6. Mediul de viață	85
2.3.5.7. Originea și evoluția	85
2.3.6. <i>Încrengătura Phaeophyta</i>	86
2.3.6.1. Morfologia și structura talului	86
2.3.6.2. Structura celulară	87

2.3.6.3. Nutriția	88
2.3.6.4. Înmulțirea	89
2.3.6.5. Dezvoltarea ontogenetică	89
2.3.6.6. Clasificarea	94
2.3.6.7. Mediul de viață	99
2.3.6.8. Importanța feofitelor	99
2.3.6.9. Originea și evoluția	100
2.3.7. <i>Încrengătura Rhodophyta</i>	102
2.3.7.1. Morfologia și structura talului	102
2.3.7.2. Structura celulară	103
2.3.7.3. Nutriția	104
2.3.7.4. Înmulțirea	105
2.3.7.5. Dezvoltarea ontogenetică	106
2.3.7.6. Clasificarea	109
2.3.7.6.1. <i>Clasa Bangiophyceae</i>	110
2.3.7.6.2. <i>Clasa Florideophyceae</i>	111
2.3.7.7. Mediul de viață	115
2.3.7.8. Importanța rodofitelor	115
2.3.7.9. Originea și evoluția	116
2.3.8. <i>Încrengătura Euglenophyta</i>	118
2.3.8.1. Morfologia talului	118
2.3.8.2. Structura celulară	118
2.3.8.3. Nutriția	120
2.3.8.4. Înmulțirea	120
2.3.8.5. Clasificarea	120
2.3.8.6. Mediul de viață	121
2.3.8.7. Originea și evoluția	122
2.3.9. <i>Încrengătura Chlorophyta</i>	122
2.3.9.1. Morfologia talului	122
2.3.9.2. Structura celulară	122
2.3.9.3. Nutriția	123
2.3.9.4. Înmulțirea	123
2.3.9.5. Dezvoltarea ontogenetică	124
2.3.9.6. Clasificarea	124
2.3.9.6.1. <i>Clasa Chlorophyceae</i>	125
2.3.9.6.2. <i>Clasa Zygnematophyceae</i>	137
2.3.9.6.3. <i>Clasa Prasinophyceae</i>	142
2.3.9.6.4. <i>Clasa Bryopsidophyceae</i>	142
2.3.9.6.5. <i>Clasa Charophyceae</i>	147
2.3.9.7. Mediul de viață	149
2.3.9.8. Originea și evoluția	150

Capitolul 3

Regnul Fungi	153
3.1. Morfologia talului	153
3.2. Structura celulei fungice	154
3.3. Înmulțirea ciupercilor	155
3.4. Dezvoltarea ontogenetică	158
3.5. Nutriția	158
3.6. Simbioze fungice	159

3.6.1. Micorizele	159
3.6.2. Lichenii	177
3.6.2.1. Morfologia talului	177
3.6.2.2. Structura talului	178
3.6.2.3. Înmulțirea	178
3.6.2.4. Procese fiziologice ale lichenilor	179
3.6.2.5. Compoziția chimică	180
3.6.2.6. Ecologie	180
3.6.2.7. Originea și evoluția lichenilor	181
3.7. Clasificarea ciupercilor	181
3.7.1. <i>Încrengătura Myxomycota</i>	183
3.7.1.1. <i>Clasa Myxomycetes</i>	183
3.7.1.2. <i>Clasa Plasmodiophoromycetes</i>	186
3.7.2. <i>Încrengătura Eumycota</i>	187
3.7.2.1. <i>Subîncrengătura Mastigomycotina</i>	187
3.7.2.1.1. <i>Clasa Chytridiomycetes</i>	187
3.7.2.1.2. <i>Clasa Hyphochytridiomycetes</i>	190
3.7.2.1.3. <i>Clasa Oomycetes</i>	190
3.7.2.2. <i>Subîncrengătura Zygomycotina</i>	194
3.7.2.3. <i>Subîncrengătura Ascomycotina</i>	197
3.7.2.3.1. <i>Clasa Hemiascomycetes</i>	201
3.7.2.3.2. <i>Clasa Plectomycetes</i>	203
3.7.2.3.3. <i>Clasa Laboulbeniomycetes</i>	207
3.7.2.3.4. <i>Clasa Pyrenomycetes</i>	207
3.7.2.3.5. <i>Clasa Discomycetes</i>	209
3.7.2.3.6. <i>Clasa Loculoascomycetes</i>	211
3.7.2.4. <i>Subîncrengătura Basidiomycotina</i>	212
3.7.2.4.1. <i>Clasa Hymenomycetes</i>	215
3.7.2.4.2. <i>Clasa Gasteromycetes</i>	219
3.7.2.4.3. <i>Clasa Teliomycetes</i>	220
3.7.2.5. <i>Subîncrengătura Deuteromycotina</i>	227
3.8. Importanța ciupercilor	228
3.9. Originea și evoluția ciupercilor	228
Capitolul 4	
Regnul Plantae	231
4.1. <i>Încrengătura Bryophyta</i>	232
4.1.1. Morfologia și structura mușchilor	232
4.1.2. Înmulțirea mușchilor	235
4.1.3. Clasificarea briofitelor	236
4.1.3.1. <i>Clasa Hepaticatae</i>	236
4.1.3.2. <i>Clasa Anthocerotae</i>	239
4.1.3.3. <i>Clasa Musci</i>	240
4.1.4. Ecologie	247
4.1.5. Originea și evoluția briofitelor	247
Bibliografie selectivă	249
Index	251

PREFAȚĂ

Volumul **BOTANICĂ SISTEMATICĂ** se adresează deopotrivă elevilor, studenților și profesorilor de biologie, precum și altor cititori, care doresc să cunoască caractere generale și speciale ale unor specii comune de bacterii, alge, ciuperci, licheni și mușchi.

Materialul cuprins în acest volum se bazează pe o bibliografie actuală de specialitate, referitoare la sistematica, morfologia, citologia, biochimia, filogenia, ontogenia, ecologia și importanța speciilor descrise.

Lumea diverselor grupe de organisme este prezentată cititorului prin numeroase specii comune, ilustrate adecvat, care reflectă diversitatea, variabilitatea, evoluția și adaptarea acestora la condiții diferite de viață.

Datorită implicării organismelor în ramuri majore ale științei și producției, literatura privitoare la biologia lor este vastă și dispersată. De aceea, volumul de față reprezintă o încercare de sintetizare și sistematizare a informațiilor, în concordanță cu cele mai recente date din domeniul **BOTANICII SISTEMATICE**. În prezentarea informațiilor, am acordat importanță deosebită conținutului științific și didactic al volumului.

Principalele forme de viață descrise în cadrul **BOTANICII SISTEMATICE** prezintă importanță teoretică și practică deosebită. Ca urmare, studiul acestora s-a concretizat în dezvoltarea unor domenii științifice importante, precum bacteriologia, algologia, micologia, briologia etc.

În conformitate cu literatura actuală, națională și internațională, în cadrul volumului realizat, am prezentat informații din domeniile algologiei, micologiei, bacteriologiei etc., deoarece acestea sunt "umbrite" de **BOTANICA SISTEMATICĂ**.

Mulțumim anticipat tuturor celor care vor transmite observații, mai ales critice, privind acest volum, pentru îmbunătățirea și perfecționarea unei viitoare ediții.

AUTORUL

I. BOTANICĂ SISTEMATICĂ GENERALĂ

1. Definiția, obiectul și legătura botanicii sistematice cu alte științe

Botanica (gr. botané = plantă, iarbă) este știința care studiază plantele. Aceasta descrie morfologia și structura plantelor, înmulțirea și dezvoltarea ontogenetică, evoluția, clasificarea, răspândirea pe suprafața Pământului, posibilitățile de utilizare în practică de către om.

Studiul botanicii se extinde deopotrivă asupra tuturor grupelor de plante (actuale și fosile), atât asupra celor inferioare, cât și celor superioare, indiferent de faptul că au sau nu vreo importanță practică (Morariu, 1973).

Studiul plantelor a început de mii de ani. Din botanică s-au desprins o serie de discipline precum botanica sistematică, fiziologia plantelor, anatomia plantelor, morfologia plantelor, citologia, biologia moleculară, paleobotanica etc.

Sistematica este definită ca studiul științific al diversității organismelor și al raporturilor de înrudire dintre ele (Simpson, 1961, citat de Pop și colab., 1983).

Botanica sistematică este știința care se ocupă cu descrierea și clasificarea plantelor. Toate plantele cunoscute azi în natură sunt, mai mult sau mai puțin, înrudite între ele.

Sarcina principală a botanicii sistematice o constituie clasificarea plantelor (taxonomia*): orânduirea lor, pe bază de înrudire și evoluție, într-un sistem de clasificare (Ghișa, 1964).

*taxonomie (gr. taxis= ordine, rânduială; nomos= lege)

Obiectivele botanicii sistematice

Principalele obiective ale botanicii sistematice sunt:

- descoperirea mecanismului și direcțiilor evoluției plantelor;
- alcătuirea și reprezentarea unei clasificări care să exprime relațiile de înrudire (filogenetice) între unitățile taxonomice (specii, genuri, familii, clase etc.);
- stabilirea metodelor exacte și practice de determinare și descriere a plantelor, în vederea recunoașterii lor (Pop și colab., 1983).

Descrierea completă și exactă a unei plante se numește **diagnoză** (Pop și colab., 1983). Metodele de studiu folosite în botanica sistematică sunt observația, comparația și experimentul.

Pentru realizarea obiectivelor principale, botanica sistematică se bazează pe cunoștințe furnizate de anatomia și morfologia plantelor, microbiologie, biologia moleculară, genetică, biochimia vegetală, fiziologia vegetală, ecologie, evoluționism etc. La rândul lor, cunoștințele de botanică sistematică sunt necesare altor discipline (algologie, micologie, legumicultură, floricultură etc.), care studiază diverse aspecte ale vieții plantelor.

Dezvoltarea botanicii ca știință a fost determinată de necesitatea omului de a cunoaște cât mai bine plantele pe care le-a întrebuințat pentru diverse scopuri: alimentar, medicinal, industrial, ornamental etc.

2. Scurt istoric al dezvoltării botanicii sistematice

Cunoștințele de botanică datează din cele mai vechi timpuri. În secolul al IV-lea î.e.n., Theophrastos a descris circa 500 de specii de plante cunoscute în lumea antică; Plinius (secolul I e.n.) a descris peste 1 000 de specii de plante pe care le-a grupat după criterii utilitare (Pop și colab., 1983).

Botanica sistematică s-a conturat ca știință independentă abia în Evul Mediu, când s-au înființat primele universități și grădini botanice. În aceste universități s-a predat și botanica medicală (Pop și colab., 1983).

Botanica Evului Mediu nu a adus nimic nou în clasificare și nomenclatură, ci a acumulat doar date despre morfologia plantelor.

În epoca modernă (sec. XVII-XIX), s-au acumulat numeroase date despre plantele din noile continente descoperite. Prin construirea și utilizarea microscopului (1674), s-au pus bazele studiilor anatomice folosite în sistematică. Tot în această epocă, s-au conturat principalele unități de clasificare (specie, gen, familie etc.).

Primul sistem (artificial) de clasificare a plantelor a fost elaborat de naturalistul suedez C. Linné în anul 1735. Acesta a descris peste 10 000 de specii de plante pe care le-a clasificat exclusiv după caractere morfologice.

C. Linné a introdus mai multe unități de clasificare pe care le-a ierarhizat astfel: varietatea, specia, genul, ordinul și clasa. De asemenea, a generalizat nomenclatura binominală și a stabilit principalele reguli de denumire științifică a plantelor (Pop și colab., 1983).

Dezvoltarea altor științe, precum fizica, chimia, fiziologia plantelor, anatomia și morfologia plantelor și mai ales microbiologia, a contribuit la acumularea de cunoștințe științifice în domeniul botanicii sistematice.

În epoca modernă, s-au conturat și principalele domenii de studiu ale sistemicii, precum bacteriologia, algologia, micologia, briologia etc.

În secolul al XX-lea, s-au acumulat noi date în domeniul botanicii sistematice. Construirea microscopului electronic și cercetările efectuate au permis obținerea de cunoștințe diverse despre morfologia și structura microorganismelor.

Cercetările moderne în domeniul biologiei moleculare au permis elaborarea unor sisteme de clasificare filogenetică a organismelor. În prezent, activitatea de cercetare în domeniul botanicii sistematice se desfășoară cu multă competență, în laboratoarele din universități și în institutele biologice de profil.

În România, primele lucrări de botanică datează din secolul al XIX-lea. Aceste lucrări floristice au inventariat plantele din diferite regiuni ale țării.

În secolul al XX-lea, cercetările de botanică sistematică din țara noastră s-au intensificat și s-au publicat lucrări de specialitate (manuale, determinatoare, monografii etc.), deosebit de valoroase, în domeniile algologiei, micologiei, microbiologiei, lichenologiei, briologiei, fanerogamelor (plantelor cu flori). Aceste lucrări au fost elaborate de specialiști precum T. Săvulescu, E. Nyárády, A. Borza, E. Pop, Ș. Péterfi, A. Ionescu, V. Bontea, N. Boșcaiu, G. Zarnea, E. Ghișa, O. Rațiu, Ș. Csűrös, I. Pop, B. Diaconeasa, I. Hodișan, G. Sălăgeanu, M. Toma, I. Cristurean, D. Mititelu, A. Crișan, M. Ciurchea, V. Cristea, Ș. L. Péterfi, G. Coldea, E. Plămadă și mulți alții.

Lucrările de taxonomie vegetală au avut un rol deosebit în desfășurarea activității de cercetare din universități și din institutele biologice de profil din România.

3. Sisteme de clasificare a lumii vii

Un sistem de clasificare exprimă scopul, concepția și principiile de ordonare a taxonilor, precum și originea și înrudirea lor. După scopul urmărit, sistemele de clasificare sunt **empirice, artificiale și filogenetice**.

Sistemele empirice de clasificare grupează organismele în funcție de scopul utilitar. Astfel, se disting plante medicinale, plante alimentare, plante toxice, plante ornamentale etc. (Pop și colab., 1983).

Sistemele artificiale de clasificare sunt elaborate pe baza analizei caracterelor morfologice ale organismelor. Un astfel de sistem de clasificare a fost elaborat de C. Linné, în anul 1735.

Sistemele filogenetice de clasificare sunt elaborate pe baza concepției evoluționiste asupra lumii vii. Aceste sisteme iau în considerare caractere (morfologice, structurale, fiziologice, biochimice, genetice etc.) foarte diverse, pe baza cărora reconstituie legăturile filogenetice ale diferitelor unități taxonomice (specie, gen, familie, ordin, clasă, încrengătură, regn).

Sistemele filogenetice de clasificare sunt **monofiletice și polifiletice**. Sistemele monofiletice susțin originea comună și unică a unui grup de organisme dintr-un singur grup ancestral, prin **evoluție divergentă**. Sistemele polifiletice admit originea unui grup nou din mai multe grupe ancestrale, prin **evoluție convergentă**. De fapt, evoluția organismelor s-a realizat pe ambele căi (convergent și divergent).

De-a lungul timpului, s-au elaborat diverse sisteme de clasificare a lumii vii, care au fost mai mult sau mai puțin acceptate. Unele dintre acestea prezintă astăzi un caracter istoric.

Pe vremea lui Linné (1707-1778), toate organismele erau considerate plante sau animale. Animalele erau organisme care se mișcau, mâncau, respirau și creșteau până deveneau adulți. Plantele nu se mișcau, nu mâncau și nu respirau. Se părea că pot crește nedefinit. Pe măsură ce s-au descoperit noi grupe de organisme, acestea au fost clasificate ca plante sau ca animale (Raven și colab., 1992).

Este evident că divizarea fundamentală a lumii vii (Tab. 1) este în procariote și eucariote (Raven și colab., 1992).

Toate organismele vii au o organizare celulară, fiind constituite din una sau mai multe celule. În funcție de numărul de celule, există organisme unicelulare și respectiv pluricelulare. Procariotele (gr. pro = înainte; karyon = nucleu) sunt reprezentate de bacterii, inclusiv cianobacterii.

Celulele procariote se deosebesc de celulele eucariote prin faptul că le lipsește nucleul. Materialul lor genetic constă dintr-o moleculă unică, circulară, de ADN dc, care nu este asociată cu proteine histonice. Acest material genetic reprezintă nucleoidul. Procariotele nu au organite celulare înconjurate de membrane plasmatică și flageli cu microtubuli, nu prezintă diploidie și reproducere sexuată (Raven și colab., 1992).

Tabelul 1

Caractere distinctive ale celulelor procariote și eucariote

(după Virella G., 1997)

Componenta celulară	Celula procariotă	Celula eucariotă
Mărimea celulei	1 - 10 μm	10 - 100 μm
Structura peretelui celular	peptidoglican	chitină sau celuloză (când prezintă)
Organite celulare înconjurate de membrane	absente	prezente
Fixează azot atmosferic	unele specii	nu
Ribozomi	70 S	80 S în citoplasmă 70 S în mitocondrii și plastide
Membrana nucleară	absentă	prezentă
Numărul de cromozomi	1	>1
Forma ADN	circulară	lineară
Structura cromozomului	ADN dc	ADN dc asociat cu histone
Diviziunea celulară	fisiune binară	mitoză și meioză

Organismele eucariote sunt unicelulare și pluricelulare. Celulele eucariote au un nucleu definit care este înconjurat de o membrană dublă (anvelopă) nucleară. În interiorul nucleului se găsesc filamentele de ADN dc, asociate cu proteine histonice, care formează cromozomii (Fig. 2).

Citoplasma celulară conține organite celulare (mitocondrii, plastide, reticul endoplasmic etc.) delimitate de membrane plasmactice. Flagelii și cilii eucariotelor au structură caracteristică. Astfel, ei conțin doi microtubuli central, iar periferic nouă microtubuli.

Pe lângă aceste caractere, multe eucariote au două caracteristici importante, care nu există la procariote. Astfel, ele pot fi pluricelulare și se pot reproduce sexuat (Raven și colab., 1992).

De la începuturile biologiei ca știință, organismele au fost clasificate în plante și animale. Descoperirile biologice din ultimul secol au arătat că sistemul cu două regnuri este prea simplificat. Mulți biologi au fost de acord să clasifice organismele în cinci regnuri, după cum a sugerat, pentru prima dată, Robert H. Wittaker. Organismele sunt clasificate în cinci regnuri (Margulis, 2000), pe baza a cel puțin trei criterii majore:

- 1) tipul de celulă – procariotă sau eucariotă;
- 2) nivelul de organizare – unicelulare (solitare sau coloniale) ori pluricelulare;
- 3) tipul de nutriție (Prescott și colab., 1996).

Cele cinci regnuri ale lumii vii sunt **Monera** sau **Procaryotae**, **Protista**, **Fungi**, **Animalia** și **Plantae** (Fig. 1).

Regnul **Monera (Bacteria)** cuprinde organismele procariote cunoscute sub denumirea de **bacterii**. Bacteriile prezintă nutriție variată (fotoautotrofă, chemoautotrofă, saprofită și parazită). Reproducerea este asexuată; uneori, apare recombinația genetică (Prescott și colab., 1996).

Regnul **Protista** cuprinde un ansamblu foarte heterogen de eucariote unicelulare și pluricelulare. Aceste organisme nu au caracteristicile distinctive ale animalelor, plantelor sau ciupercilor. Ciclurile reproductive ale protistelor sunt variabile. Acestea implică diviziunea celulară și reproducerea sexuată (Raven și colab., 1992).

Regnul **Fungi** cuprinde organismele eucariote cunoscute sub denumirea de **ciuperci**. Majoritatea sunt pluricelulare. Nutriția lor este heterotrofă (Prescott și colab., 1996).

Regnul **Animalia** cuprinde organisme cunoscute sub denumirea de animale. Acestea au celule eucariote lipsite de perete celular. Nutriția este variată (ingestie cu digestie, fagocitoză, pinocitoză etc.). Reproducerea principală este sexuată (Prescott și colab., 1996).

Regnul **Plantae** cuprinde briofitele și plantele vasculare (pteridofitele și spermatofitele). Strămoșii plantelor erau alge verzi specializate. Plantele sunt organisme fotosintetice adaptate la viața terestră. Principalul mod de hrănire este fotoautotrof, deși unele au devenit heterotrofe.

Reproducerea la plante este, în principal, sexuată, cu cicluri de dezvoltare în care alternează generațiile haploide cu cele diploide. La cele mai evolute plante, generația haploidă (gametofitul) s-a redus în cursul evoluției (Raven și colab., 1992).

Briofitele și plantele vasculare mai sunt denumite **embriofite**, deoarece zigotul se transformă prin diviziune celulară într-un embrion pluricelular închis în arhegon sau sac embrionar. Toate embriofitele prezintă o alternanță de generații (gametofit și sporofit) heteromorfe. La plantele vasculare, sporofitul este dominant (Raven și colab., 1992).

În unele sisteme de clasificare, care astăzi au un caracter istoric, plantele erau împărțite în **Thallophytae** și **Cormophytae**. Talofitele se caracterizează prin corp vegetativ denumit **tal** care poate fi unicelular sau pluricelular. În categoria talofitelor erau incluse bacteriile, algele, ciupercile, lichenii și mușchii. **Cormofitele** au corpul vegetativ (cormul) diferențiat în organe vegetative (rădăcină, tulpină, frunze) formate din țesuturi meristematice și țesuturi definitive (Toma și Niță, 2000).

O caracteristică a cormofitelor este existența cilindrului central în care se găsesc țesuturi conducătoare specializate. În categoria cormofitelor sunt incluse pteridofitele și spermatofitele (plantele cu sămânță). Unele noțiuni (talofite, cormofite) ale acestui sistem de clasificare mai sunt folosite, încă, în literatura de specialitate.

Sistemul de clasificare cu cinci regnuri nu este acceptat de către toți microbiologii. Problema majoră e că acest sistem (Fig.1) nu face distincția între arhebacterii și eubacterii. De asemenea, regnul **Protista** este mult prea diversificat, pentru a fi util din punct de vedere taxonomic. Pe lângă acestea, granițele dintre regnurile **Protista**, **Plantae** și **Fungi** nu sunt bine definite (Prescott și colab., 1996).

Alți autori au sugerat diferite alternative. Sistemul de clasificare cu șase regnuri (**Eubacteria**, **Archaeobacteria**, **Protista**, **Fungi**, **Plantae**, **Animalia**) este una dintre opțiuni. Acest sistem divide regnul **Monera** sau **Procaryotae** în două regnuri (**Eubacteria**

și **Archaeobacteria**). Eubacteriile se deosebesc fundamental de arhebacterii, în ceea ce privește secvența de baze azotate a ARNr (Raven și colab., 1992).

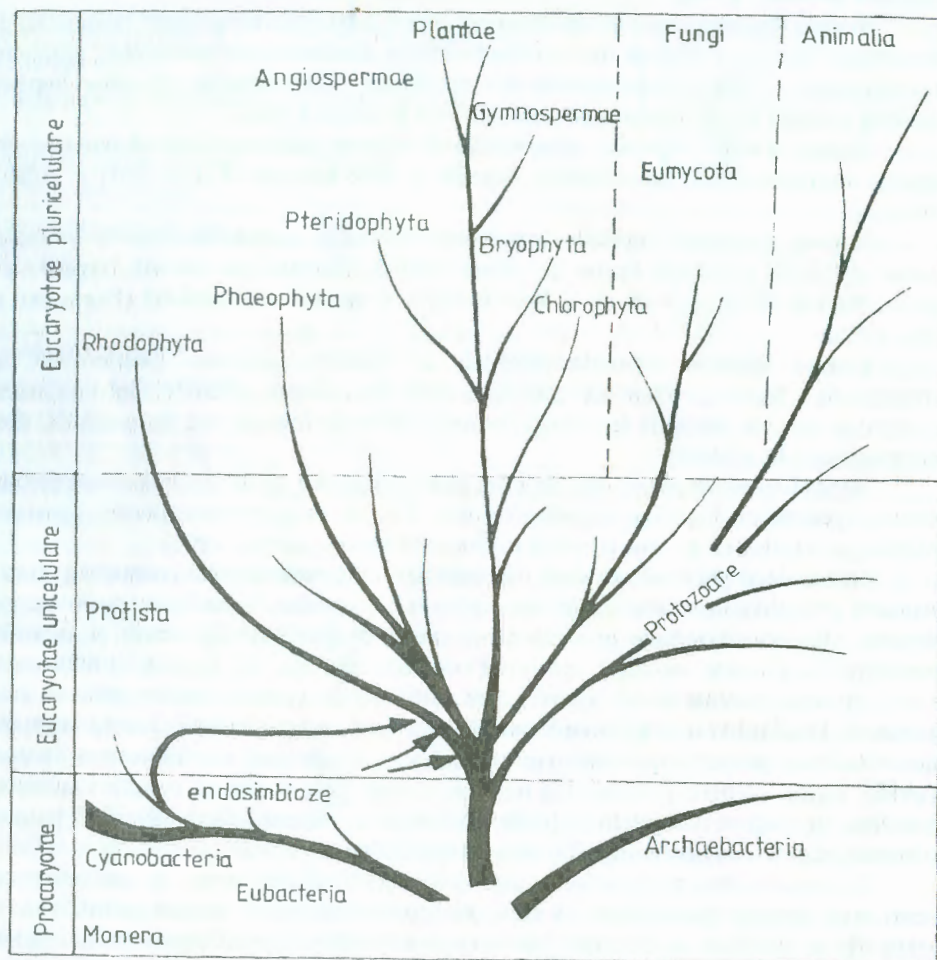


Fig. 1. Relații filogenetice ale organismelor procariote și eucariote

Un alt sistem de clasificare (după Cavalier – Smith, citat de Prescott și colab., 1996) este cel cu opt regnuri.

În prezent, există multe dispute în ceea ce privește sistemul de clasificare a lumii vii. Cercetările viitoare ar putea rezolva problema. Unul dintre cele mai folosite și actuale sisteme de clasificare a lumii vii este cel cu cinci regnuri.

Sistemele actuale de clasificare prezintă și anumite limite. Astfel, acestea nu delimitează precis locul virusurilor în lumea vie.

Deși virusurile, bacteriile, algele și ciupercile nu trebuie considerate plante, ele sunt incluse aici ca o tradiție. Se consideră că ele se studiază în partea legată de botanică, după cum botanica a fost considerată o parte a medicinei. Virusologia, bacteriologia, algologia și micologia sunt domenii de sine stătătoare, deși sunt "umbrite" de botanică (Raven și colab., 1992).

4. Unități taxonomice

În sistemele de clasificare se operează cu diverse unități (categorii) taxonomice. Orice unitate de clasificare se numește **taxon**. Unitatea fundamentală în sistematică este **specia**. În raport cu aceasta, celelalte unități de clasificare sunt taxoni intraspecifici (subspecia, varietatea, biotipul) sau taxoni supraspecifici (genul, familia, clasa ș.a.). Denumirea științifică a taxonilor este stabilită conform regulilor **Codului Internațional de Nomenclatură Botanică** (Raven și colab., 1992).

Pentru denumirea speciilor se folosește sistemul binominal (Tab.2). Fiecare specie (ex. *Chlorella vulgaris*) este denumită prin două cuvinte latine, dintre care primul (scris cu majusculă) este numele generic, iar al doilea este numele specific (Pop și colab., 1983).

Tabelul 2

Unități taxonomice folosite în Botanica sistematică

(după Sitte și colab., 1998)

Unitatea taxonomică	Sufixul	Exemple
Regnul	-	Plantae
Subregnul	- bionta	Cormobionta
Încrângătura	- phyta - mycota	Spermatophyta Eumycota
Subîncrângătura	- phytina - mycotina	Magnoliophytina Basidiomycotina
Clasa	- atae - mycetes - phyceae	Liliatae Gasteromycetes Chlorophyceae
Subclasa	- idae	Asteridae
Ordinul	- ales	Asterales
Familia	- aceae	Asteraceae (Compositae)
Subfamilia	- oideae	Asteroideae
Genul	-	<i>Achillea</i> , <i>Chlorella</i>
Specia	-	<i>Achillea millefolium</i> , <i>Chlorella vulgaris</i>
Subspecia	-	<i>Achillea millefolium</i> subsp. <i>sudetica</i>
Forma	-	<i>Achillea millefolium</i> subsp. <i>sudetica</i> f. <i>rosea</i>

Taxonii intraspecifici se abreviază astfel: subsp.= subspecie, var.= varietate, cv.= cultivar sau soi.

Un nume de gen poate fi descris singur, când se face referire la întregul grup de specii pe care le cuprinde. Regnul este cea mai mare unitate taxonomică utilizată în clasificarea biologică. Oamenii de știință au adăugat alte unități taxonomice între gen și regn (Tab. 2). De aceea, genurile sunt grupate în familii, familiile în ordine, ordinele în clase, clasele în încrengături și încrengăturile în regnuri (Raven și colab., 1992).

Anumite reguli, în formarea numelor pentru diferite unități taxonomice, fac posibilă recunoașterea lor. Astfel, pe baza sufixului prezent, la anumite unități taxonomice, le putem recunoaște (Tab. 2).

5. Apariția și evoluția vieții

Variațiile în structura și funcțiile organismelor actuale sunt rezultatul final al schimbărilor evolutive care au apărut de cel puțin 3,5 miliarde de ani.

Principalele evenimente evolutive în lumea vie sunt formarea procariotelor, evoluția eucariotelor, fecundația și meioza, alternanța de generații și adaptarea la mediul terestru (Scagel și colab., 1984).

Legături filogenetice ale organismelor

Planeta Pământ datează de aproximativ 4,5 miliarde de ani (Tab. 3). În acele vremuri, s-a solidificat scoarța terestră și s-a format Oceanul Primar. Principalul component al atmosferei primare era hidrogenul (Lüttge și colab., 1992). Cele mai vechi roci sedimentare cunoscute sunt din Groenlanda și sunt de aproximativ 3,9 miliarde de ani (Raven și colab., 1992).

Treptat, s-a diversificat și s-a îmbogățit atmosfera primară. Aceasta cuprindea gaze precum H_2 , CH_4 , NH_3 , H_2S și H_2O (Lüttge și colab., 1992).

În atmosfera primară, turbulentă, gazele se combinau în mod spontan, formând molecule mai mari, precum acidul cianhidric, etilena, etanolul, formaldehida și ureea (Lüttge și colab., 1992).

Datorită absenței stratului de ozon, în atmosfera primară, razele ultraviolete au bombardat suprafața Pământului și au luat parte la sinteza moleculelor biologice importante, ca acizi carboxilici, aminoacizi, lipide, proteine, nucleotide etc. (Lüttge și colab., 1992).

Primele organisme care au apărut în Oceanul Primar au fost procariotele anaerobe și heterotrofe care se hrăneau cu molecule organice. Aceste procariote heterotrofe datează de 3,5 miliarde de ani (Tab. 3).

Pentru cel puțin 2 miliarde de ani, bacteriile au fost singurele forme de viață pe Pământ (Lüttge și colab., 1992).

În contrast cu aceste recorduri ale bacteriilor, cele mai vechi eucariote datează de 1,5 miliarde de ani. Eucariotele pluricelulare au început să evolueze cu cel puțin 700 de milioane de ani în urmă. Organismele eucariote unicelulare sunt încadrate în regnul

Protista. Alături de acestea, în regnul **Protista** se găsesc eucariote pluricelulare precum algele roșii, algele brune și algele verzi (Raven și colab., 1992).

Tabelul 3

Apariția formelor de viață de-a lungul timpului

(după Raven și colab., 1992)

Era	Perioada	Epoca	Formele de viață apărute
Cenozoic (65)*	Cuaternar (2) * Terțiar (65) *	Pleistocen (2) * Pliocen (5,1) * Miocen (24,6) * Oligocen (38) *	Ființe umane ¹ . Maimuțe umanizate. Erbivore, maimuțe. Erbivore și primate asemănătoare maimuțelor.
		Eocen (54,9) *	Mamifere și păsări; erbivore.
		Paleocen (65) *	Mamifere insectivore și primate.
Mezozoic (248)*	Cretacic (144) * Jurasic (213) * Triasic (248) *		Angiosperme, insecte, reptile ² . Gimnosperme (mai ales cicadate), păsări. Gimnosperme (păduri), ferigi, primii dinozauri și primele mamifere.
Paleozoic (590)*	Permian (286) *		Conifere, cicadate și ginkgoate.
	Carbonifer (360)*		Insecte, reptile și amfibieni ³ .
	Devonian (408) * Silurian (438) *		Plante tericole și pești ⁴ . Plante fosile și pești cu fălci.
	Ordovician (505) *		Ciuperci, diversificarea moluștelor; posibila invazie a pământului de către plante.
	Cambrian (590) *		Cordate, evoluția scheletului extern la animale.
Precambrian (4500)*			Apariția eucariotelor unicelulare cu cel puțin 1,5 miliarde de ani și a eucariotelor pluricelulare cu peste 700 de milioane

			de ani în urmă. Apariția vieții cu cel puțin 3,5 miliarde de ani în urmă.
--	--	--	--

Legendă : * cifrele din paranteză (în milioane de ani) reprezintă data începerii perioadei respective; 1 = era ființelor umane; 2 = era reptilelor; 3 = era amfibienilor; 4 = era peștilor.

Relațiile dintre eucariote sunt foarte complexe, iar divizările în regnuri nu sunt unanim acceptate. Din aceste organisme protiste au derivat trei regnuri: **Plantae**, **Animalia** și **Fungi**.

Organismele pluricelulare își au originea în strămoși unicelulari. Plantele, animalele și ciupercile au derivat cu siguranță din diferite grupe de protiste unicelulare. Algele roșii și algele brune nu au strămoși comuni cu algele verzi și plantele (Fig. 1). Algele verzi includ strămoșii plantelor, dar aceste alge diferă foarte mult de orice plantă, pentru că ele sunt, în general, acvatic (Raven și colab., 1992).

Originea celulei eucariote

Se pare că celulele eucariote (Fig. 2) au apărut din celule procariote cu aproximativ 1,5 miliarde de ani în urmă.

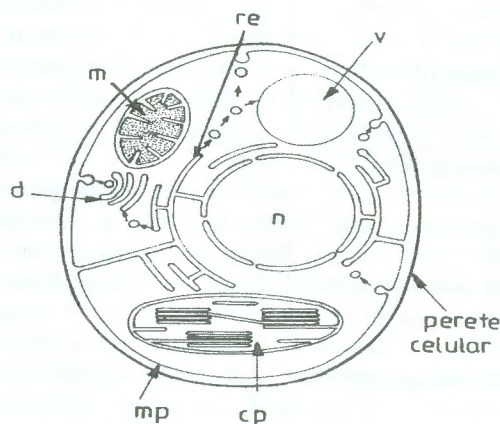


Fig. 2. Structura celulei eucariote vegetale:

cp. cloroplast; d. dictiozomi; mp. membrană plasmatică; m. mitocondrie; n. nucleu; re. reticul endoplasmic; v. vacuolă.

Una dintre cele mai semnificative caracteristici ale evoluției eucariotelor a fost achiziția de mitocondrii și cloroplaste. Aceste organite complexe au origine simbiotică, care se reflectă în structura și forma materialului genetic (ADN dc).

Pentru explicarea originii celulei eucariote din strămoși procarioți au fost propuse două ipoteze.

① Conform primei ipoteze, nucleii, mitocondriile și cloroplastele celulei eucariote au luat naștere prin invaginarea membranei plasmatică. Astfel, s-au format organite cu membrană dublă care conțin material genetic capabil de dezvoltare și specializare ulterioară. Se consideră că asemănările dintre cloroplaste și mitocondrii și bacteriile actuale se datorează conservării structurilor procariote primitive (Raven și colab., 1992). Structura și forma materialului genetic din mitocondrii și cloroplaste coincide cu cea a procariotelor.

②. A doua ipoteză privind originea celulei eucariote are mai mulți adepți. Conform ipotezei endosimbiotice, celulele eucariote au provenit din celule procariote prin endosimbioze succesive. Astfel, ipoteza endosimbiotică susține că o bacterie fermentativă liberă a format o legătură simbiotică permanentă cu o bacterie aerobă fotosintetizantă. Bacteria fotosintetizantă s-a transformat mai târziu în cloroplast. Cianobacteriile au fost considerate posibili strămoși ai cloroplastelor.

Mai recent, bacteria *Prochloron* a devenit candidatul favorit. Bacteria *Prochloron* trăiește în interiorul nevertebratelor marine. Aceasta se aseamănă cu cloroplastele pentru că prezintă **clorofilă a** și **clorofilă b**, dar nu are ficobiline. Existența acestei bacterii sugerează că cloroplastele au un strămoș comun cu proclorofitele și cianobacteriile (Prescott și colab., 1996).

Conform ipotezei endosimbiotice, mitocondriile s-au format dintr-o relație endosimbiotică dintre bacterii anaerobe nesulfuroase purpurii și o bacterie liberă. Bacteriile nesulfuroase purpurii au membrana plasmatică ondulată care se aseamănă cu cristele care apar în interiorul mitocondriilor celulare. Totodată, între mitocondrii și bacteriile nesulfuroase purpurii există asemănări biochimice (Raven și colab., 1992).

De asemenea, s-a propus și ipoteza originii simbiotice a nucleilor, dar dovezile existente nu sunt convingătoare (Prescott și colab., 1996).

Ipoteza endosimbiozei este susținută de descoperirea unei cianobacterii endosimbiotice care coabitează cu un protist biflagelat (*Cyanophora paradoxa*). Această cianobacterie denumită **cianel** funcționează pe post de cloroplast.

Acest endosimbiont se aseamănă cu cianobacteriile, în ceea ce privește pigmentii fotosintetici și prezența peptidoglicanului în peretele celular. El se deosebește de cianobacterii prin faptul că îi lipsește membrana externă lipopolizaharidică din structura peretelui celular, caracteristică bacteriilor Gram-negative. Se consideră că acest endosimbiont poate evolua și poate da naștere unui cloroplast.

În prezent, cele două ipoteze privind originea celulei eucariote au susținători. Este posibil ca date științifice noi să ajute la rezolvarea problemei originii celulei eucariote. Oricum, aceste ipoteze tratează procese care au avut loc în trecutul îndepărtat și care nu pot fi observate direct. De aceea, probabil, nu se va ajunge niciodată la un consens, în ceea ce privește această problemă (Prescott și colab., 1996).

Evoluția diploidiei

Primele organisme eucariote erau, probabil, haploide (n) și asexuate; o dată cu stabilirea reproducerii sexuate, s-au pus bazele evoluției diploidiei. Această problemă a apărut prima dată, când două celule haploide s-au combinat pentru a forma un zigot (2n).

Se presupune că zigotul ($2n$) se divide imediat prin meioză. Astfel, se restabilește starea haploidă (n). Această meioză se numește zigotică. La organisme (eucariotele primitive și ciupercile inferioare) cu un astfel de ciclu (monogenetic haplofazic) de dezvoltare, zigotul este singura celulă diploidă (Fig. 3). Aceste organisme sunt **haplobionte**.

La numeroase linii evolutive separate, s-au produs "accidentale" diverse evenimente. Astfel, unii dintre zigoți ($2n$) s-au divizat mitotic, în loc de meiotic. În consecință, s-au format organisme alcătuite din celule diploide, la care meioza apărea mai târziu. Aceste organisme sunt **diplobionte**, iar ciclul de dezvoltare este monogenetic diplofazic (Fig. 3). **Diploidia** permite stocarea unei cantități mai mari de informație genetică. Probabil, diploidia asigură o exprimare mai subtilă a bagajului genetic al organismelor, în cursul dezvoltării (Raven și colab., 1992).

Ciclul de dezvoltare al unor organisme (plante, unele alge, numeroase ciuperci) cuprinde o alternanță de generații (haploidă și diploidă). Un astfel de ciclu de dezvoltare este digenetic și este caracteristic organismelor **haplodiplobionte** (Fig. 3). Generația haploidă (n) este denumită **gametofit**, iar generația diploidă ($2n$) este denumită **sporofit**. Gametofitul formează gameți, iar sporofitul formează spori. În funcție de durata celor două generații (gametofit și sporofit), se disting organisme haplodiplobionte cu **generații izomorfe** și organisme haplodiplobionte cu **generații heteromorfe**.

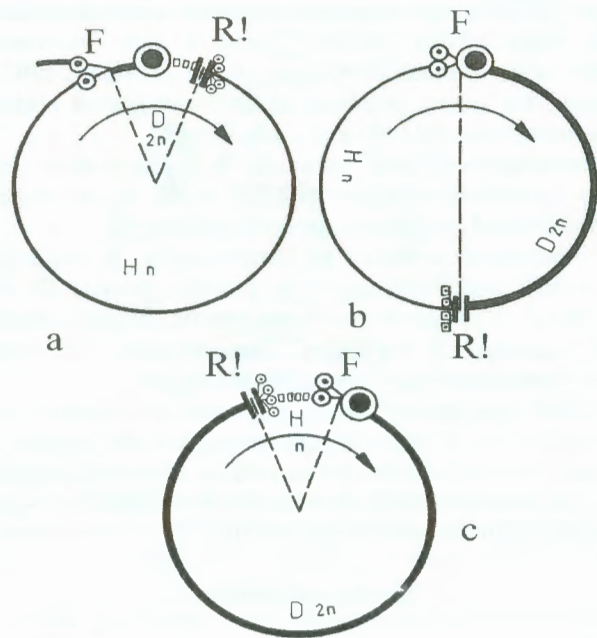


Fig. 3. Ciclurile de dezvoltare ontogenetică ale organismelor:
a. **haplobionte**; b. **haplodiplobionte**; c. **diplobionte**; H. **haplofază**; D. **diplofază**; F. fecundație; R!. diviziune redukțională (meiotică).

II. BOTANICĂ SISTEMATICĂ SPECIALĂ

În cadrul acestui volum, vom folosi sistemul de clasificare cu cinci regnuri. Totodată, vom prezenta categoriile sistematice, în funcție de informația actuală de specialitate din diferite domenii (virusologie, algologie, micologie, briologie) și de scopul didactic al volumului.

1. Regnul Monera

În regnul **Monera (Bacteria)** sunt cuprinse organismele procariote cunoscute sub denumirea de bacterii sau **Schizophyta** (gr. bactirion = bastonaș; skizein = a despica; phyton = plantă). Acestea sunt incluse în două subregnuri (categorii) **Eubacteria** și **Archaeobacteria**.

1.1. Morfologia bacteriilor

Bacteriile variază ca formă, structură și compoziție celulară. Forma celulelor este un criteriu de clasificare a bacteriilor (Raven și colab., 1992). Bacteriile prezintă mai multe forme fundamentale: sferică (coc), cocobacil, bastonaș drept (bacil), bastonaș curbat (vibron), bastonaș spiralat (spiril) și filament ramificat. Bacteriile sferice pot fi solitare sau grupate în diplococi, streptococi sau stafilococi (Fig. 4).

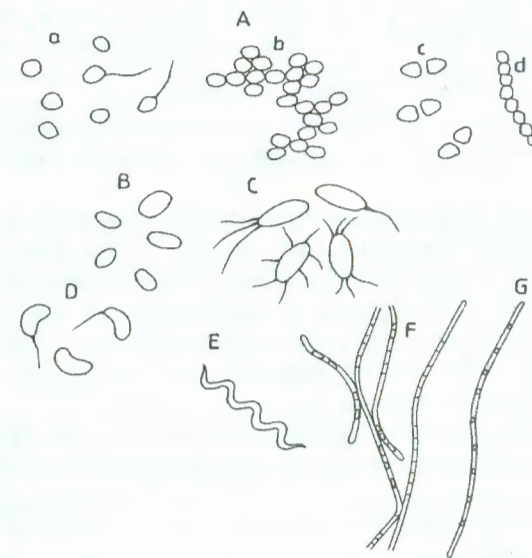


Fig. 4. Forme fundamentale de bacterii:
A. coci: a. coci (cu și fără flagel); b. stafilococi; c. diplococi; d. streptococ; B. cocobacili;
C. bacili (monotrih, lofotrih, amfilofotrih și peritrih); D. vibron; E. spiril*; F. filamente ramificate (cu și fără endospori); G. filamente** (*tip *Treponema*; ** tip *Beggiatoa*).

Forma bacteriilor este determinată genetic (Zarnea, 1983). Morfologia cianobacteriilor prezintă particularități specifice.

Pe lângă formele fundamentale, bacteriile pot prezenta și o serie de forme intermediare. La unele bacterii, forma se poate modifica sub influența unor factori interni sau externi (hrană, lumină, temperatură).

1.2. Structura celulei bacteriene

Cellula bacteriană (Fig. 5) este constituită din două categorii de structuri: obligatorii (nucleoid, citoplasmă, membrană citoplasmatică, perete celular etc.) și facultative (plasmide, capsulă, cili).

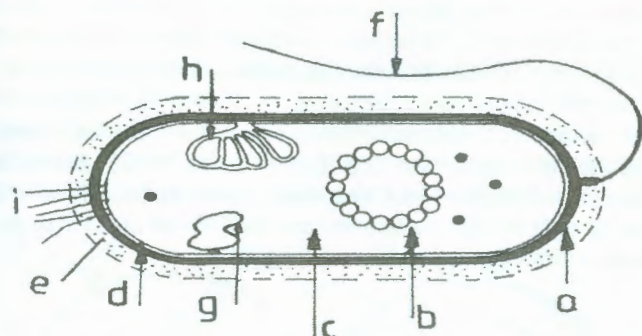


Fig. 5. Structura celulei bacteriene:

a. perete celular; b. nucleoid; c. citoplasmă; d. membrană plasmatică; e. capsulă (teacă) gelatinoasă; f. flagel; g. plasmid; h. mezosom; i. pili.

Nucleoidul este deținătorul informației genetice a bacteriei și este responsabil de ereditatea cromozomială. Cromozomul bacterian este format dintr-o singură moleculă circulară de ADN dc. Molecula de ADN prezintă o structură compactă, datorită prezenței pe cromozom a circa 40 – 80 de zone de suprarăsucire. La majoritatea procariotelor, suprarăsucirile sunt negative, iar la arhebacterii sunt pozitive (Israel, 2000).

Din punct de vedere genetic, bacteriile sunt haploide, iar diploidia apare ca urmare a unui proces de transfer genetic.

Citoplasma este un sistem coloidal format din proteine, nucleoproteine, lipide, hidrați de carbon, apă și substanțe minerale. În citoplasmă se află organele celulare specifice celulei procariote.

Membrana citoplasmatică sau citolema se află la exteriorul citoplasmei și este formată din proteine și lipide.

Peretele celular este o structură rigidă care menține forma celulei bacteriene și are spre interior membrana citoplasmatică. Bacteriile Gram-pozitive au peretele celular alcătuit din **peptidoglican, proteine, acizi teichoici, acizi teichuronici și polizaharide** (Zarnea, 1983).

Bacteriile Gram-negative au peretele celular situat între membrana citoplasmatică (internă) și o altă membrană externă. Spațiul dintre cele două membrane, în care se găsește peretele celular, se numește **spatiu periplasmic** (Crăciun și colab., 1999). La bacteriile Gram-negative, peretele celular este format din **peptidoglican, lipoproteine, lipopolizaharide și fosfolipide**. Prezența membranei externe la bacteriile Gram-negative și absența acesteia la bacteriile Gram-pozitive reprezintă o deosebire importantă (Bontaș, 1998). Membrana externă a bacteriilor Gram-negative are un rol important în selectarea moleculelor de substanțe care pătrund în spațiul periplasmic și prin membrana internă plasmatică (Bontaș, 1998).

Rigiditatea peretelui celular bacterian este conferită de **peptidoglican (mureină)**.

Plasmidele sunt alcătuite din ADN extranuclear și sunt situate în citoplasmă. În plasmide se pot afla gene ale patogenității bacteriilor.

Capsula este o structură **polizaharidică** extraparietală care acoperă celula bacteriană pe toată suprafața sau numai parțial.

Cilii sunt organele filamentoase care au rol în locomoția bacteriilor și care sunt alcătuite din substanțe proteice numite **flageline**. Numărul și poziția cililor constituie un caracter taxonomic important. După numărul și poziția cililor, sunt mai multe tipuri de bacterii: atrihe – fără cili; monotrihe – cu un cil; amfitrihe – cu câte un cil la fiecare pol; lofotrihe – cu un smoc de cili la un capăt; amfilofotrihe – cu câte un smoc de cili la ambele capete; peritrihe – cu cili de jur împrejurul celulei (Fig. 4).

Pili sunt apendici filamentoși care se întâlnesc la multe bacterii mobile și imobile. Aceștia sunt mai scurți și mai subțiri decât flagelii și se găsesc, deseori, la polii celulei (Fig. 5). Pili nu au rol în mișcarea bacteriilor, dar se presupune că au importanță în **adeziunea celulară** (Scagel și colab., 1984). Anumiți pili au rol în schimbul de material genetic între bacterii (Raven și colab., 1992).

1.3. Nutriția

După modul de nutriție, bacteriile se împart în două grupe mari: autotrofe și heterotrofe. Majoritatea bacteriilor sunt heterotrofe (saprofite și parazite). Cea mai mare parte a heterotrofelor o reprezintă bacteriile saprofite. Acestea obțin energia necesară creșterii și dezvoltării, prin descompunerea materiei organice moarte.

Totodată, bacteriile și ciupercile saprofite contribuie, prin descompunerea materiei organice moarte, la circuitul C, N, S, P etc. în natură.

În categoria bacteriilor saprofite sunt incluse și bacteriile de fermentație. L. Pasteur a definit fermentația (1861) ca "viață fără aer". Fermentația este un proces de catabolism care are loc în condiții de **anaerobioză** și în care energia este obținută prin utilizarea unor compuși organici, atât ca donatori, cât și ca acceptori de electroni (Zarnea, 1984).

Dintre fermentațiile realizate de bacterii menționăm fermentația lactică, fermentația alcoolică, fermentația butirică, fermentația homoacetică și fermentația propionică (Zarnea, 1984).

Bacteriile parazite se dezvoltă pe seama țesuturilor vii ale organismelor (plante, animale, oameni). La acestea, bacteriile produc diferite boli cunoscute sub denumirea de

bacterioze. Bacteriile parazite se deosebesc între ele și în ceea ce privește gradul de parazitism. Unele sunt parazite, facultativ saprofite, iar alte bacterii (**Rickettsiales**, **Chlamydiales**) sunt parazite obligate.

Bacteriile autotrofe prezintă capacitatea de a sintetiza substanțele organice necesare vieții prin procesele de fotosinteză sau chemosinteză. În funcție de natura sursei de energie folosite, bacteriile autotrofe sunt chemosintetizante și fotosintetizante. Bacteriile fotoautotrofe (fotosintetizante) folosesc energia radiațiilor luminoase pentru sinteza substanțelor organice, iar cele chemosintetizante utilizează energia rezultată din oxidarea unor compuși anorganici (NH_3 , H_2S , S^0 , Fe^{2+} , H_2).

Fotosinteza bacteriană este anaerobă, cu excepția celei realizate de cianobacterii și proclorofite. Bacteriile fotosintetice anoxigenice nu produc oxigen în procesul de fotosinteză, dar formează granule de sulf pe care-l depozitează intracelular sau extracelular.

Din categoria bacteriilor chemosintetizante fac parte următoarele categorii: nitritbacteriile, nitratbacteriile, *Thiobacillus*, ferobacteriile, bacteriile metanogene și bacteriile acetogene (Zarnea, 1984).

În funcție de cerințele pe care le au față de oxigen, bacteriile pot fi grupate în patru categorii: bacterii strict sau obligatoriu aerobe, bacterii strict sau obligatoriu anaerobe, bacterii microaerofile și bacterii anaerobe, facultativ aerobe (Zarnea, 1984).

① Bacteriile strict sau obligatoriu aerobe (*Bacillus anthracis*, *B. subtilis*, *Mycobacterium tuberculosis* etc.) au nevoie absolută de prezența oxigenului molecular și sunt incapabile să trăiască în anaerobioză.

② Bacteriile strict sau obligatoriu anaerobe (*Clostridium tetani*, *C. botulinum* etc.) nu se pot dezvolta în prezența oxigenului molecular. Ca urmare, pot fi cultivate numai în medii sărăcite de O_2 .

③ Bacteriile microaerofile precum **Spirochaetales** cresc cel mai bine la presiuni de O_2 mai mici (aproximativ 0,2 atm) decât în aerul atmosferic. Această particularitate reflectă prezența unor enzime care sunt inactivate în condiții de oxidare puternică și pot fi menținute în stare funcțională numai la presiuni joase ale O_2 (Zarnea, 1984).

④ Bacteriile anaerobe, facultativ aerobe (*E. coli*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*) au capacitatea de a se dezvolta deopotrivă în prezența sau absența O_2 (Zarnea, 1984).

Unele bacterii trăiesc în simbioză cu rădăcinile plantelor. Aceste bacterii pot fixa azotul atmosferic. Alte bacterii secretă toxine foarte periculoase pentru organisme (plante, animale, oameni). Natura chimică a toxinelor bacteriene este diversă. Astfel, toxinele pot fi substanțe proteice, glicopeptide, polizaharide și altele.

1.4. Înmulțirea

Înmulțirea bacteriilor se realizează pe cale vegetativă și pe cale asexuată, prin spori specializați denumiți **endospori**.

La majoritatea bacteriilor, reproducerea se face pe cale vegetativă, prin **fisiune binară** (fragmentare celulară, sciziparitate). În acest proces, conținutul celulei bacteriene se împarte în două părți egale, prin invaginarea membranei plasmatice și a peretelui celular (Fig. 6). Înainte cu 20 – 30 de minute de fragmentare, nucleoidul celulei se divide, prin atașare de mezozom. Pe măsură ce mezozomul se divide, se formează cele două jumătăți,

care se despart ușor. Fiecare mezozom format poartă câte o moleculă circulară de ADN (Scagel și colab., 1984).

Celulele bacteriene formate prin fisiune binară cresc în dimensiuni și apoi se divid din nou. În condiții ideale, o bacterie se divide la fiecare 20 – 30 de minute. Teoretic, această rată de reproducere ar putea produce un număr imens de celule bacteriene în câteva ore. Din fericire, diferiți factori naturali, cum ar fi hrana limitată, acumularea de produși metabolici și competiția, previn astfel de creșteri (Scagel și colab., 1984).

Un alt tip de înmulțire implică formarea **endosporilor** – celule asexuate specializate (Fig. 4). Endosporii se formează în interiorul celulei bacteriene. În jurul fiecărui spor, care conține molecula de ADN, se formează un înveliș protector foarte gros. Capacitatea de supraviețuire a acestor spori, în condiții nefavorabile (fierbere, acțiunea unor produse chimice etc.), este enormă. La unele specii, endosporii pot fi viabili mai mult de 50 de ani (Scagel și colab., 1984).

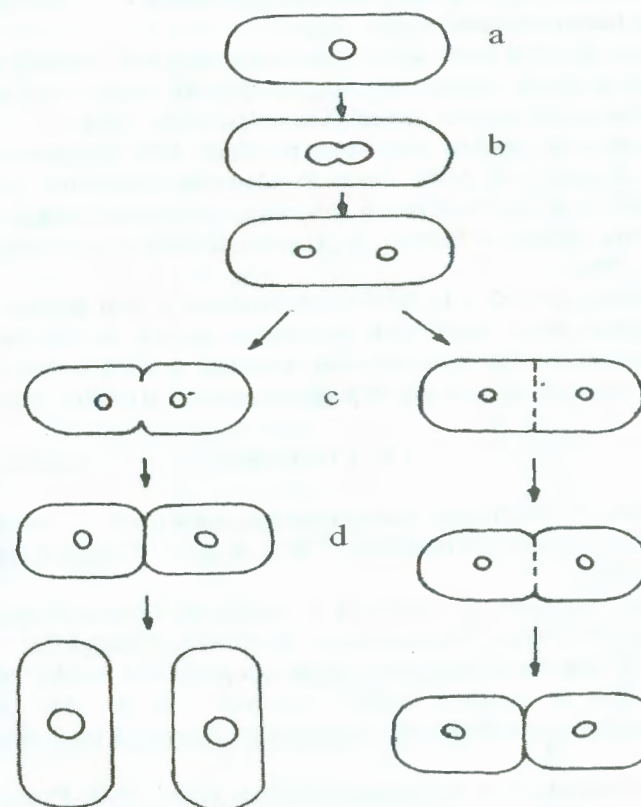


Fig. 6. Înmulțirea bacteriilor prin fisiune binară (sciziparitate):
a. celulă vegetativă; b. celulă în curs de diviziune; c. formarea peretelui celular despărțitor;
d. celule fiice formate prin fisiune binară.

transformare - prin intermediul unei punte de mat. genetică
transducție - prin bacteriofagi

Germinarea endosporului dă naștere unei singure celule. Acesta nu determină o creștere a numărului de celule bacteriene. Endosporul asigură supraviețuirea bacteriilor în condiții nefavorabile de mediu. Una dintre speciile care formează endospori este *Bacillus anthracis*.

La procariote, nu este cunoscută înmulțirea sexuată ca la eucariote, atât timp cât nu există meioză și fecundație.

Un alt tip de reproducere caracteristic bacteriilor este recombinarea genetică. Aceasta implică transferul unilateral al unei porțiuni din moleculă de ADN de la o celulă la alta. Recombinarea genetică a bacteriilor se realizează prin **conjugare**, prin **transducție** și prin **transformare**.

Conjugarea asigură transferul unui fragment de ADN, dintr-o celulă bacteriană în alta, printr-o punte intercelulară temporară. În cazul recombinării genetice prin transformare, transferul fragmentului de ADN se realizează prin intermediul unei celule lipsite de ADN. Transducția presupune transferul fragmentelor de ADN dintr-o celulă în alta, prin **virusuri bacteriene** (bacteriofagi, fagi).

Fragmentul de ADN introdus în celule, prin recombinare genetică, poate provoca schimbări ereditare la urmași. Celula receptoare este diploidă, pentru acea porțiune de ADN primită. Starea diploidă parțială este efemeră (Scagel și colab., 1984).

În aproape toate celulele bacteriene, pe lângă ADN cromozomal, mai există fragmente mici, circulare, de ADN, denumite **plasmide**. Transferul plasmidelor prin recombinare genetică este important pentru moștenirea caracterelor, cum ar fi rezistența la antibiotice. Ingineria genetică se bazează, în principal, pe folosirea plasmidelor bacteriene (Raven și colab., 1992).

Variabilitatea genetică a bacteriilor este realizată și prin **mutații**. Mutatia este sursa majoră a variabilității, pentru cele mai multe bacterii, la care nu se cunoaște recombinarea genetică. Dat fiind faptul că anumite bacterii se divid la fiecare 12,5 minute, în condiții optime, mutațiile devin stabile în populație (Raven și colab., 1992).

1.5. Clasificarea

Nomenclatura și clasificarea bacteriilor a preocupat mulți cercetători, dintre care menționăm pe Săvulescu (1947), Krasilnikov (1949), Bergey (1974), Holt și colab. (1994), Prescott și colab. (1996).

Clasificarea bacteriilor se realizează în funcție de caracterele lor morfologice, fiziologice și mai ales biochimice (enzime, toxine, proteine, acizi nucleici).

Deosebit de importante sunt datele despre proporția (%) bazelor azotate guanină (G) și citozină (C) în structura ADN. Conținutul (%) de G+C din ADN al microorganismelor (Tab. 4) prezintă valori diferite și are importanță taxonomică (Prescott și colab., 1996).

În concordanță cu datele din literatură (Holt și colab., 1994; Prescott și colab., 1996; Sitte și colab., 1998), vom utiliza gruparea bacteriilor (regnul **Monera**) în două subregnuri (categorii): **Eubacteria** și **Archaeobacteria**.

În sistemul de clasificare cu 6 regnuri, bacteriile sunt grupate în două regnuri: **Eubacteria** și **Archaeobacteria**. Actualmente nu există un sistem de clasificare a bacteriilor unanim acceptat.

Tabelul 4

Conținutul (%) de G+C din ADN al unor procariote
(după Prescott și colab., 1996)

Grupul taxonomic	Genul	G+C din ADN (%)
Archaeobacteria	<i>Halobacterium</i>	66 - 68
	<i>Methanobacterium</i>	32 - 50
	<i>Sulfolobus</i>	31 - 37
Eubacteria Eubacterii Gram-pozitive	<i>Actinomyces</i>	59 - 73
	<i>Bacillus</i>	32 - 62
	<i>Clostridium</i>	21 - 54
	<i>Escherichia</i>	48 - 52
	<i>Micrococcus</i>	64 - 75
	<i>Mycobacterium</i>	62 - 70
	<i>Mycoplasma</i>	23 - 40
	<i>Staphylococcus</i>	30 - 38
	<i>Streptococcus</i>	33 - 44
	<i>Streptomyces</i>	69 - 73
Eubacterii Gram-negative	<i>Nitrobacter</i>	60 - 62
	<i>Pseudomonas</i>	58 - 70
	<i>Proteus</i>	38 - 41
	<i>Rickettsia</i>	29 - 33
	<i>Salmonella</i>	50 - 53
	<i>Spirochaeta</i>	51 - 65
	<i>Thiobacillus</i>	52 - 68
	<i>Treponema</i>	25 - 54
Procariote fotosintetice anoxigenice	<i>Chlorobium</i>	49 - 58
	<i>Chromatium</i>	48 - 70
	<i>Rhodospirillum</i>	62 - 66
Procariote fotosintetice oxigenice	<i>Anabaena</i>	38 - 44
	<i>Oscillatoria</i>	40 - 50
	<i>Prochloron</i>	41

1.5.1. Archaeobacteria

Arhebacteriile sunt destul de diverse morfologic, fiziologic și biochimic.

Morfologia talului

Forma arhebacteriilor este diferită (sferică, de bastonaș, spiralată, lobată, plată, neregulată sau pleomorfă). Unele sunt izolate, iar altele formează colonii. Unele arhebacterii filamentoase pot avea 200 μm lungime.

Structura celulară

La arhebacterii, structura peretelui celular este diferită de cea a eubacteriilor. Acestea pot fi Gram-pozitive și Gram-negative.

Arhebacteriile Gram-pozitive prezintă în pereții celulari polimeri complecși. Astfel, arhebacteriile metanogene Gram-pozitive conțin pseudomureină în peretele celular. Arhebacteriile Gram-negative au pereții celulari cu structură chimică variată. Anumite specii conțin glicoproteine, iar altele au proteine. Unele arhebacterii nu prezintă perete celular. Așa sunt reprezentanții genului *Thermoplasma* (Prescott și colab., 1996).

O caracteristică importantă a arhebacteriilor este natura lipidelor membranare care sunt diferite de cele ale eubacteriilor și ale eucariotelor. Lipidele membranare ale arhebacteriilor au lanțuri ramificate de carbon și hidrogen atașate glicerolului prin legături eterice. Ele nu au acizi grași conectați prin legături esterice. Membranele arhebacteriilor pot conține un amestec de dieteri, tetraeteri și alte lipide (Prescott și colab., 1996).

Cromozomul arhebacteriilor este o moleculă de ADN circular. Genomurile unor arhebacterii sunt semnificativ mai mici decât cele ale eubacteriilor normale. Variația conținutului (%) de G+C din ADN este mare, fiind cuprinsă între 31 – 68. Aceasta este o altă caracteristică a diversității arhebacteriilor. Arhebacteriile au puține plasmide. Toate arhebacteriile rezistă la atacul lizozimului și a penicilinei (Prescott și colab., 1996).

Dintre procariote, numai la arhebacterii s-au descris histone în structura cromozomului bacterian. Cele două tipuri de histone descrise sunt total diferite de cele existente în cromozomii eucariotelor (Israel, 2000).

Nutriția

Arhebacteriile se deosebesc între ele, în ceea ce privește nutriția. Unele arhebacterii sunt organotrofe, iar altele autotrofe. Anumite arhebacterii prezintă chiar și o formă neobișnuită de fotosinteză. Formele autotrofe aparțin bacteriilor metanogene și termofilelor extreme. Arhebacteriile pot fi aerobe, facultativ anaerobe sau obligat anaerobe (Prescott și colab., 1996).

Înmulțirea

Arhebacteriile se înmulțesc prin diviziune binară, înmugurire sau prin alte mecanisme.

Mediul de viață

De obicei, arhebacteriile preferă mediile acvatice sau terestre extreme. Acestea sunt prezente în medii anaerobe, hipersaline și cu temperaturi înalte. Unele sunt mezofile, altele sunt hipertermofile și pot crește la peste 100 °C.

Recent, arhebacteriile au fost descoperite în ape reci. Se pare că ele formează 34 % din biomasa procariotă de la suprafața apelor de pe coasta antarctică. Puține specii sunt simbiote în sistemul digestiv al animalelor (Prescott și colab., 1996).

Clasificarea arhebacteriilor

Arhebacteriile prezintă o mare diversitate. Datele din literatură (Holt și colab., 1994) menționează cinci grupe majore: arhebacterii metanogene, arhebacterii reducătoare de sulfat, arhebacterii halofile extreme, arhebacterii fără perete celular și termofili extremi, metabolizanti ai sulfului.

Arhebacterii metanogene

Acestea obțin energie prin convertirea CO₂, H₂, formiatului, metanolului etc. la metan sau metan și CO₂. Ele sunt strict anaerobe.

Arhebacteriile metanogene reprezintă cel mai mare grup de arhebacterii. Se cunosc cel puțin 3 ordine (**Methanobacteriales**, **Methanococcales**, **Methanomicrobiales**) cu numeroase specii, care diferă mult ca formă, ca secvență a ARNr 16 S, ca structură a peretelui celular și a lipidelor membranare.

Arhebacteriile metanogene au pereți celulari cu structură chimică diferită. Mulți reprezentanți din **Methanobacteriales** au pereții celulari cu pseudomureină. Alți reprezentanți au pereții celulari formați din proteine sau din heteropolizaharide.

Forma arhebacteriilor metanogene este diferită: bastonașe lungi sau filamente (la *Methanobacterium*), bastonașe scurte și curbate (la *Methanomicrobium*), coci neregulați (la *Methanococcus*).

Arhebacteriile metanogene se dezvoltă în medii anaerobe (rumenul și tractul intestinal al animalelor, sedimente dulcicole și marine, mlaștini, izvoare termale etc.), bogate în substanțe organice (Prescott și colab., 1996).

Arhebacterii halofile extreme

Aceste arhebacterii sunt **Gram-negative** sau **Gram-pozitive** și au formă diferită (bastonașe cocoide sau neregulate). Pentru creștere, necesită concentrații mari de NaCl (≥1,5 M). Unele specii conțin bacteriorodopsină și folosesc lumina pentru sinteza ATP. Coloniile acestor specii au tentă roșiatică. Dintre arhebacteriile halofile extreme menționăm *Halobacterium* și *Halococcus* (Prescott și colab., 1996).

1.5.2. Eubacteria

Eubacteria cuprinde eubacteriile **Gram-pozitive** și eubacteriile **Gram-negative**. Caracterele generale ale acestora coincid cu ale bacteriilor.

1.5.2.1. Eubacterii Gram-pozitive

În această categorie sunt cuprinse bacteriile Gram-pozitive. Acestea sunt foarte diferite din punct de vedere morfologic, fiziologic și biochimic. Ele sunt incluse în mai multe grupe, conform datelor din literatură (Holt și colab., 1994; Prescott și colab., 1996; Sitte și colab., 1998).

1.5.2.1.1. Coci Gram-pozitivi

Acest grup cuprinde coci Gram-pozitivi care se divid în mai mult de un plan. Celulele se dispun în lanț (la *Streptococcus*), sub formă de cub (la *Sarcina*) sau în grămezi neregulate ori regulate. Sunt aerobe sau facultativ anaerobe.

Cele mai comune genuri (Fig. 4) sunt *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Streptococcus* și *Sarcina* (Sitte și colab., 1998).

Genul *Staphylococcus* cuprinde coci Gram-pozitivi, facultativ anaerobi, imobili, care formează, de obicei, grămezi neregulate (Prescott și colab., 1996). Stafilococii cauzează multe boli umane. Astfel, *Staphylococcus aureus* este cel mai important patogen stafilococic uman. Produce abcese, infecții ale rănilor, pneumonie etc. (Prescott și colab., 1996).

1.5.2.1.2. Coci și bastonașe Gram-pozitive care formează endospori

Acest grup cuprinde bacterii (bastonașe și coci) Gram-pozitive care formează endospori. Endosporii sunt foarte rezistenți la temperaturi ridicate și sunt viabili perioade lungi de timp. Bacteriile care formează endospori sunt larg răspândite în natură. În principal, ele se găsesc în sol (Prescott și colab., 1996).

Astfel, *Bacillus cereus* alterează alimentele și poate infecta oamenii. *B. anthracis* este agentul cauzal al antraxului; poate afecta atât animalele de fermă, cât și oamenii. *B. thuringiensis* este folosit în practică ca insecticid, datorită unor toxine proteice pe care le formează. Majoritatea genelor toxinelor de la *B. thuringiensis* sunt situate pe plasmide mari. *B. subtilis* este o specie frecvent întâlnită, în natură. Aceasta provoacă putrezirea fănuului, în condiții de umiditate ridicată. *Clostridium botulinum* este agentul cauzator al botulismului, iar *Clostridium tetani* produce tetanosul (Prescott și colab., 1996).

1.5.2.1.3. Bastonașe regulate, nesporogene, Gram-pozitive

Acest grup cuprinde bastonașe Gram-pozitive, regulate, nesporogene, de obicei imobile. Cel mai caracteristic gen din acest grup este *Lactobacillus*. Acest gen cuprinde bacterii care produc fermentație lactică.

Astfel, *Lactobacillus casei* descompune glucoza din lapte și are ca produs de fermentație acidul lactic (Zarnea, 1984). Specia *Lactobacillus bulgaricus* este folosită pentru prepararea iaurtului, alături de *Streptococcus thermophilus* (Prescott și colab., 1996).

Speciile genului *Lactobacillus* sunt indispensabile, în industria alimentară. Acestea sunt folosite la fabricarea berii, vinului, sucurilor, brânzeturilor, iaurtului și cârnaților (Prescott și colab., 1996).

1.5.2.1.4. Micoplasme

Micoplasmele nu au pereți celulari și nu pot sintetiza precursori ai peptidoglicanului. Datorită faptului că prezintă doar membrană plasmatică, aceste

?

procariote sunt pleomorfe și au formă diferită (sferice, piriforme, filamente ramificate și helicale sau spiralate). Ele sunt cele mai mici bacterii capabile de reproducere.

Genomul micoplasmelor este unul dintre cele mai mici de la procariote, de $5 - 10 \times 10^8$ Daltoni. Conținutul de G+C din ADN variază între 23 - 41 % (Prescott și colab., 1996).

Datele din literatură (Holt și colab., 1994; Prescott și colab., 1996) grupează micoplasmele în ordinul Mycoplasmatales (clasa Mollicutes). Dintre micoplasme, cel mai reprezentativ gen este *Mycoplasma*.

Micoplasmele sunt foarte răspândite în natură. Ele pot fi saprofite, comensale sau parazite. Multe micoplasme produc boli la plante, animale și oameni.

Se crede că micoplasmele provin din bacterii Gram-pozitive, probabil din clostridii (Prescott și colab., 1996).

1.5.2.1.5. Actinomicete

Acestea sunt bacterii Gram-pozitive, aerobe, care formează filamente și spori asexuați. Sunt grupate în ordinul Actinomycetales. Dintre numeroasele genuri, amintim pe *Actinomyces* și *Streptomyces*. Bacteria *Streptomyces griseus* produce streptomicină, iar *Streptomyces scabies* determină râia comună a cartofului.

1.5.2.1.6. Micobacterii

Acestea sunt eubacterii Gram-pozitive, aerobe, care au formă de bastonașe (drepte sau ușor curbate) sau de filamente. Micobacteriile sunt grupate în genul *Mycobacterium*. Acestea cuprind specii saprofite și specii parazite. Ele sunt cunoscute ca patogeni importanți, la om și animale. Astfel, *Mycobacterium bovis* produce tuberculoza la animale, iar *M. tuberculosis* la om. O altă boală micobacteriană la om este lepra cauzată de *Mycobacterium leprae* (Prescott și colab., 1996).

1.5.2.2. Eubacterii Gram-negative

În această categorie sunt cuprinse bacteriile Gram-negative. Acestea sunt foarte diferite din punct de vedere morfologic, fiziologic și biochimic. Ele sunt incluse în mai multe grupe, conform datelor din literatură (Holt și colab., 1994; Prescott și colab., 1996; Sitte și colab., 1998).

1.5.2.2.1. Bastonașe și coci aerobi Gram-negativi

Aceste bacterii (bacili și coci) aerobe Gram-negative sunt grupate în 8 familii, precum: Pseudomonadaceae, Rhizobiaceae, Azotobacteraceae, Acetobacteraceae, Legionellaceae etc.

Familia Pseudomonadaceae

Această familie cuprinde bacterii care au formă de bastonașe drepte sau curbate, cu flageli polari (Prescott și colab., 1996).

Dintre genurile reprezentative menționăm *Pseudomonas* și *Xanthomonas*. Unele specii de *Pseudomonas* sunt patogeni importanți ai plantelor și animalelor. Specia *Pseudomonas syringae* prezintă numeroase tulpini sau patovaruri (pv.) parazite pe diferite plante. Astfel, *P. syringae* pv. *lachrymans* (Fig. 74) produce pătarea unghiulară la castravete (Pârvu, 2000).

P. fluorescens este responsabilă de degradarea laptelui congelat, a cărnii, ouălor. Această specie se dezvoltă la 4 °C și degradează lipidele și proteinele (Prescott și colab., 1996).

Genul *Xanthomonas* cuprinde eubacterii în formă de bastonașe, care de obicei sunt monotrihe. Cea mai comună dintre specii este *Xanthomonas campestris*. Această specie are mai multe patovaruri (pv.), dintre care unele parazitează plante cultivate. Astfel, *Xanthomonas campestris* pv. *pruni* produce ciuruirea bacteriană a frunzelor la prun (Fig. 75).

Familia Rhizobiaceae

Această familie cuprinde bacterii care au formă de bastonașe și care prezintă flageli (polari, subpolari sau peritrihi). Genurile reprezentative sunt *Rhizobium* (Fig. 7) și *Agrobacterium*.

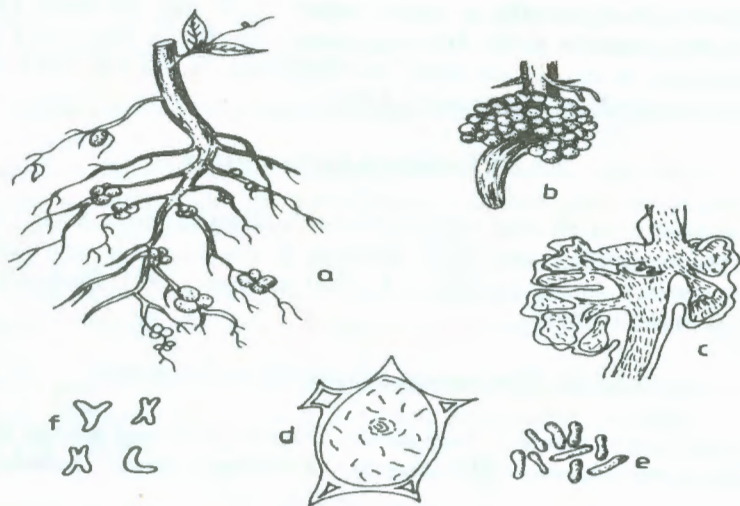


Fig. 7. *Rhizobium leguminosarum*:

a. rădăcină cu nodozități; b. nodozitate; c. nodozitate secționată; d. celulă parenchimatică cu bacterii; e. forme bacteriene; f. forme de bacterii modificate (involuate).

Genul *Rhizobium* cuprinde bacterii fixatoare de azot, care stimulează formarea de nodozități pe rădăcinile plantelor. O specie comună este *Rhizobium leguminosarum* care produce nodozități pe rădăcinile plantelor leguminoase (Fig. 7).

Genul *Agrobacterium* cuprinde specii care nu stimulează formarea nodozităților pe rădăcinile plantelor și nu fixează azotul atmosferic.

Speciile de *Agrobacterium* invadează țesuturile plantelor și transformă celulele acestora în celule tumorogene care se divid haotic. Cea mai studiată specie este *Agrobacterium tumefaciens* (Fig. 76). Aceasta pătrunde în plante prin răni și determină cancerul bacterian. Capacitatea de a forma tumori este dependentă de prezența unui plasmid mare Ti (inductor de tumori) în celula bacteriană.

1.5.2.2. Bastonașe Gram-negative, facultativ anaerobe

Acest grup cuprinde aproximativ 46 de genuri de bastonașe Gram-negative, facultativ anaerobe, grupate în câteva familii: **Enterobacteriaceae**, **Vibrionaceae** și **Pasteurellaceae** (Prescott și colab., 1996).

Familia Enterobacteriaceae

Această familie cuprinde bacterii Gram-negative care au formă de bastonașe drepte, cu flageli peritrihi sau imobile. Sunt denumite enterobacterii sau bacterii enterice.

Dintre genurile familiei **Enterobacteriaceae** menționăm *Escherichia*, *Proteus*, *Salmonella*, *Shigella*, *Enterobacter*, *Erwinia* și *Klebsiella* (Prescott și colab., 1996).

Escherichia coli este cea mai studiată bacterie, fiind organismul de experiență pentru majoritatea microbiologilor. Această bacterie se întâlnește în colonul uman și al altor organisme homeotermice și este folosită în analiza apei pentru contaminarea fecală. Unele tulpini cauzează gastroenterite și infecții ale tractului urinar (Prescott și colab., 1996).

Speciile genului *Erwinia* sunt patogeni importanți ai plantelor. Astfel, *E. carotovora* produce putregaiul moale al plantelor (morcov, ceapă, țelină etc.) și prezintă mai multe patovaruri (pv.). *Erwinia carotovora* pv. *carotovora* produce putregaiul moale la ceapă (Fig. 77).

1.5.2.2.3. Bacterii încapsulate

Acestea sunt bacterii Gram-negative, aerobe, heterotrofe, care sunt acoperite cu o teacă (capsulă). Teaca este o structură asemănătoare unui tub și învelește un lanț de celule (Prescott și colab., 1996).

Tecile au cel puțin două funcții: ajută bacteria să se fixeze de suprafețe solide și să acumuleze nutrienți din mediul acvatic; protejează celula bacteriană împotriva unor prădători precum protozoare și Bdellovibrio (Prescott și colab., 1996).

Genurile reprezentative sunt *Leptothrix* și *Sphaerotilus*. Caracteristic pentru *Leptothrix* este că depozitează în teacă oxizi de fier și de mangan. Teaca protejează reprezentanții de *Leptothrix* și le permite să crească în prezența unor concentrații mari de compuși solubili de fier (Prescott și colab., 1996).

1.5.2.2.4. Spirochete

Spirochetele reprezintă un grup de bacterii Gram-negative, bacilare, subțiri ($0,1-3 \times 5-250 \mu\text{m}$), cu o formă flexibilă și spiralată. Deși nu au flageli externi, spirochetele prezintă mobilitate. Deplasarea acestora se datorează unei structuri morfologice neobișnuite numită **filament axial**. Filamentul axial este situat într-o membrană externă citoplasmei (periplasmatică) și este alcătuit din fibrile axiale ($20 - 100$) care au structura flagelilor de la procariote. Fibrilele axiale sunt alcătuite din lipide, proteine și carbohidrați și variază ca structură în funcție de gen (Prescott și colab., 1996).

Aceste bacterii se întâlnesc în diferite medii de viață. Reprezentanții genului *Spirochaeta* sunt liberi și cresc în ape dulci anaerobe și bogate în sulf și în mediul marin. Unele specii ale genului *Leptospira* cresc în ape aerobe și în solul umed. Multe spirochete formează asociații simbiotice cu alte organisme (termite, moluște, mamifere). Unele specii de spirochete sunt patogeni importanți. Astfel, *Treponema pallidum* (Fig. 4) cauzează sifilisul (Prescott și colab., 1996).

1.5.2.2.5. Bacterii nitrificatoare

Acestea sunt eubacterii Gram-negative, aerobe, care nu formează endospori. Sunt capabile să oxideze fie amoniul, fie nitritul. Au forme diferite (bastonașe, coci, spirili etc.) și pot avea flageli polari sau peritrihi.

Bacteriile nitrificatoare sunt foarte importante din punct de vedere ecologic. Astfel, *Nitrobacter* și *Nitrococcus* oxidează nitriții la nitrați. *Nitrosomonas*, *Nitrosospira*, *Nitrosococcus* etc. oxidează amoniacul la nitriți (Prescott și colab., 1996).

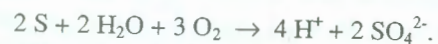
Când bacteriile *Nitrobacter* și *Nitrosomonas* cresc împreună în mediu, amoniacul este transformat în nitrat, iar procesul este numit **nitrificare**. Nitrificarea apare rapid în solurile tratate cu îngrășăminte care conțin săruri de amoniu. Nitratul este folosit de plante, dar poate fi spălat rapid de apă sau denitrificat la azot gazos. Bacteriile nitrificatoare pot fi izolate din sol, canalizări, ape dulcicole sau marine (Prescott și colab., 1996).

1.5.2.2.6. Bacterii sulfuroase necolorate

Aceste bacterii sunt un grup foarte divers de eubacterii Gram-negative. Genurile *Beggiatoa*, *Thioplaca*, *Thiothrix* cuprind bacterii filamentoase, care sunt capabile să oxideze H_2S . La *Beggiatoa*, se formează granule de sulf care este depozitat intracelular (Fig. 4). O specie acvatică comună care se întâlnește în ape sulfuroase este *Beggiatoa alba*.

La *Thiobacillus*, metabolismul a fost intens studiat. Aceste bacterii au o importanță practică deosebită (Prescott și colab., 1996).

Plantele nu pot utiliza sulful elementar. Sulful este disponibil plantelor, datorită bacteriilor chemoautotrofe, cum sunt cele de *Thiobacillus*, care oxidează sulful elementar la sulfat:



Astfel, sulfații sunt acumulați de plante și sulful este încorporat în proteine (Raven și colab., 1992).

1.5.2.2.7. Bacteriile fotosintetice

Se disting două grupe de bacterii fotosintetice: anoxigenice și oxigenice. Procariotele fotosintetice (fotoautotrofe) oxigenice cuprind două grupe distincte, precum **Cyanobacteria** (cianobacteriile) și **Prochlorophyta** (proclorofitele). La acestea, fotosinteza este un proces aerob, în care apa este donatorul de hidrogen și în care se eliberează oxigen molecular. Aceasta este identică cu fotosinteza eucariotelor.

Procariotele fotosintetice anoxigenice cuprind două grupe distincte, precum bacteriile purpurii și bacteriile verzi (Tab. 5). Acestea nu pot folosi apa ca sursă de electroni, în procesul de fotosinteză, ci molecule reduse (H_2S , S, H_2 , substanțe organice). Ele nu produc oxigen în procesul de fotosinteză, dar majoritatea formează granule de sulf.

Tabelul 5

Caracteristici ale principalelor grupe de procariote fotosintetice

(după Prescott și colab., 1996)

Grupul taxonomic	Pigmenți fotosintetici principali	Donatori de electroni pentru fotosinteză	Tipul de fotosinteză
Bacterii sulfuroase verzi *	bacterioclorofile a +c, d sau e	H_2 , H_2S , S	anoxigenică
Bacterii nesulfuroase verzi *	bacterioclorofile a și c	molecule organice (zaharuri, aminoacizi etc.) și anorganice (H_2S , H_2)	anoxigenică
Bacterii sulfuroase purpurii *	bacterioclorofile a sau b	H_2 , H_2S , S	anoxigenică
Bacterii nesulfuroase purpurii *	bacterioclorofile a sau b	molecule organice, uneori compuși reduși ai sulfului sau H_2	anoxigenică
Cyanobacteria **	clorofila a + ficobiline	H_2O	oxigenică (uneori facultativ anoxigenică)
Prochlorophyta **	clorofile a și b	H_2O	oxigenică

Legendă:

* bacterii fotosintetice anoxigenice;

** bacterii fotosintetice oxigenice.

1.5.2.2.7.1. Bacteriile purpurii = Ord. Rhodospirillales

Toate bacteriile purpurii au bacterioclorofile a sau b și aparatul fotosintetic localizat în sisteme de membrane care sunt în continuarea membranei plasmatică. Se disting bacterii sulfuroase purpurii și bacterii nesulfuroase purpurii (Prescott și colab., 1996).

Ord. Rhodospirillales

Bacteriile sulfuroase purpurii oxidează H_2S la S; uneori, oxidează sulful la sulfat. Acestea depozitează S în interiorul celulei (Tab. 5).

Bacteriile sulfuroase purpurii tipice aparțin genurilor *Thiospirillum*, *Thiocapsa* și *Chromatium*. Acestea se găsesc în zonele anaerobe, ale lacurilor, bogate în sulf (Prescott și colab., 1996).

Bacteriile nesulfuroase purpurii depozitează sulful înafara celulei (Tab. 5). Acestea pot fi spiralate (*Rhodospirillum*), bacilare (*Rhodopseudomonas*), sferice (*Rhodocyclus*) etc. Ele se găsesc în noroi, în apele lacurilor dulci cu materie organică abundentă și cu nivel scăzut al sulfului, în ape marine (Prescott și colab., 1996).

1.5.2.2.7.2. Bacteriile verzi = Chlorobiales

Există două grupe de bacterii verzi: bacterii sulfuroase verzi și bacterii nesulfuroase verzi (Tab. 5).

Bacteriile sulfuroase verzi au pigmenții fotosintetici (bacterioclorofile a + c, d sau e) localizați în vezicule elipsoidale denumite **clorozomi** care sunt atașate de membrana plasmatică, dar nu sunt o continuare a acesteia (Prescott și colab., 1996).

Ele sunt foarte variate din punct de vedere morfologic (bastonașe, coci sau vibrioni). Unele sunt solitare, iar altele formează lanțuri sau grămezi. Aceste bacterii au culoare verzuie sau maronie.

Bacteriile sulfuroase verzi folosesc H_2S , S și H_2 ca surse de electroni. Sulful elementar este depozitat extracelular. Genurile reprezentative sunt *Chlorobium*, *Prosthecochloris* și *Pelodictyon*.

Bacteriile sulfuroase verzi se găsesc în zonele anaerobe, bogate în sulf, ale lacurilor. Deși sunt imobile, unele specii au vezicule cu gaz pentru a-și ajusta nivelul de adâncime în funcție de lumină și de H_2S . Bacteriile fără vezicule se găsesc în mărul bogat în sulf de pe fundul lacurilor (Prescott și colab., 1996).

Bacteriile nesulfuroase verzi au ca reprezentant principal genul *Chloroflexus*. Pigmenții fotosintetici caracteristici sunt bacterioclorofilele a și c. Prezintă clorozomi în condiții anaerobe. Este o bacterie termofilă, filamentoasă, care alunecă pe substrat.

Se întâlnește în izvoarele termale, neutre sau alcaline, unde crește sub formă de gheme roșii – portocalii, de obicei, în asocieri cu cianobacterii. Nu pare a fi înrudit cu nici un grup de eubacterii, pe baza studiilor ARNr 16 S, iar poziția sa taxonomică este nesigură (Prescott și colab., 1996).

1.5.2.2.7.3. Cyanobacteria (Cyanophyta)

Cyanobacteria (cianobacteriile, algele albastre-verzi) reprezintă un grup divers și numeros (peste 7 500 de specii) de bacterii fotosintetice oxigenice, care mai sunt denumite **Cyanophyta** (gr. kyanos = albastru; phyton = plantă). Dintre cele 7 500 de specii identificate și descrise, circa 7 300 de specii sunt simbiotice (Raven și colab., 1992).

Cianobacteriile sunt organisme procariote, actuale și fosile. Ca fosile, sunt cunoscute încă din **Precambrian** și sunt denumite **stromatolite**.

2,5 milioane

Morfologia cianobacteriilor

Aceste procariote (Fig. 8; Fig. 9; Fig. 10) au tal diferit: unicelular, colonial și filamentos. Cianobacteriile filamentoase sunt neramificate sau ramificate; unele dintre aceste specii au o structură complexă. Cianobacteriile filamentoase sunt alcătuite din celule conforme (asemănătoare) sau din două tipuri de celule (izociste și heterociste) diferite morfologic și structural.

Celulele cianobacteriilor au formă diferită (sferică, ovală, eliptică etc.) și dimensiuni variabile (0,5 – 100 μm). Aceste celule nu sunt prevăzute cu flageli; totuși, unele cianobacterii filamentoase prezintă mobilitate.

Mecanismul locomoției la cianobacterii nu este cunoscut. Se presupune că în locomoție sunt implicate proteine microfibrilare, de natură protoplasmatică, situate între peretele celular și membrana plasmatică (Holt și colab., 1994).

Culoarea celulelor este diferită (roșie, albastră-verzuie, verde, brună etc.), în funcție de pigmentația speciei, intensitatea luminii mediului și maximul absorbției luminoase (Holt și colab., 1994).

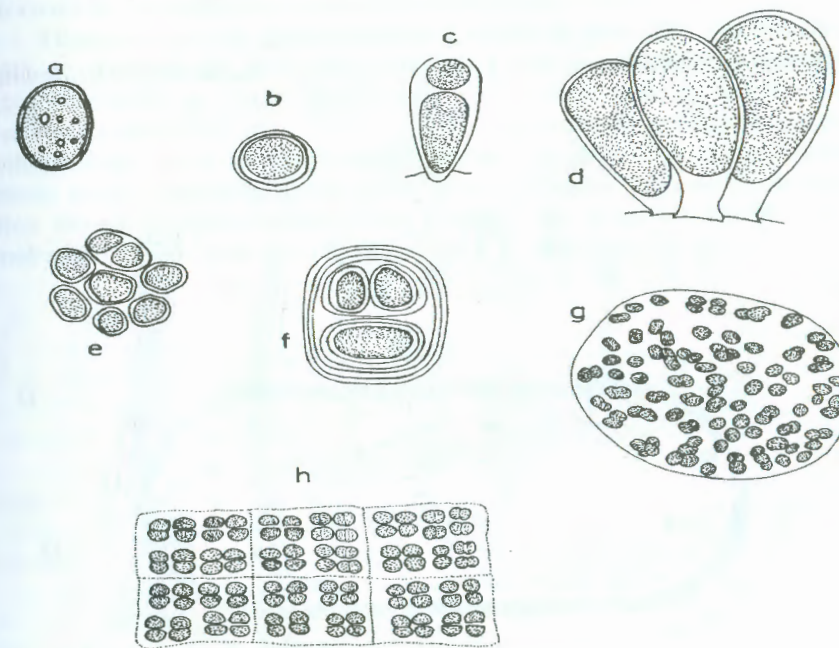


Fig. 8. Cianobacterii unicelulare și coloniale:

a. *Synechococcus*; b. *Chroococcus*; c. *Chamaesiphon*; d. *Dermocarpa*; e. *Pleurocapsa*; f. *Gloeocapsa*; g. *Microcystis*; h. *Merismopedia*.

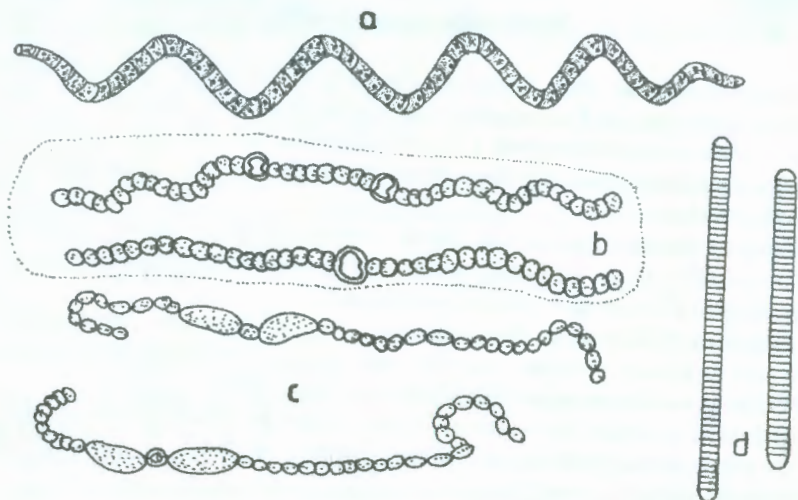


Fig. 9. Cianobacterii filamentoase:
a. *Spirulina*; b. *Nostoc* (filamente în teacă gelatinoasă); c. *Anabaena*; d. *Oscillatoria*.

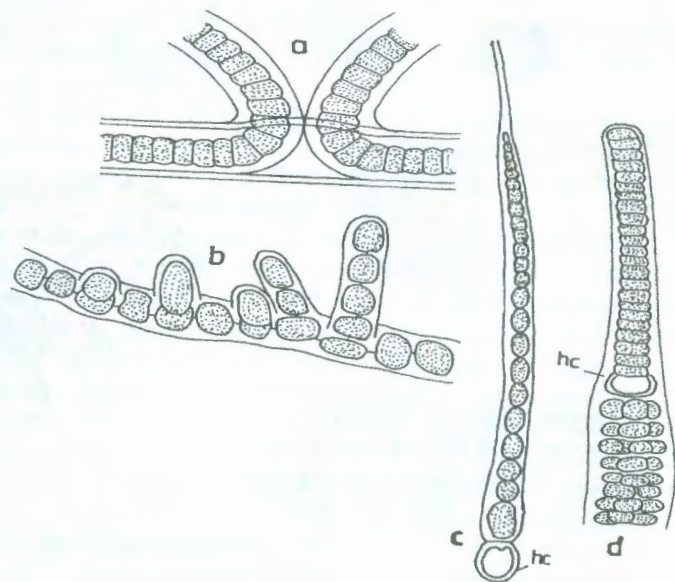


Fig. 10. Cianobacterii filamentoase și parenchimatoase:
a. *Scytonema*; b. *Hapalosiphon*; c. filament de *Rivularia* cu heterocist (hc.) bazal; d. tal parenchimatic de *Stigonema* cu heterocist (hc.) intercalar.

Structura celulară

Celulele cianobacteriilor sunt acoperite cu o capsulă (teacă) gelatinoasă denumită **glicocalix**. Grosimea și structura tecii gelatinoase sunt diferite, în funcție de grupul taxonomic. La unele specii, teaca gelatinoasă este slab dezvoltată sau este absentă. La alte cianobacterii, teaca gelatinoasă este alcătuită din mai multe straturi, fiind pluristratificată (multilaminată).

În teaca gelatinoasă a unor cianobacterii se găsesc pigmenți caracteristici (**scitonemină** – pigment galben; **gloeocapsină** – pigment roșu-albastru) care maschează culoarea celulelor (Holt și colab., 1994).

Peretele celular este asemănător structural cu al bacteriilor Gram-negative. Sub peretele celular se găsește membrana plasmatică (Fig.11). La unele cianobacterii, membrana plasmatică prezintă invaginații citoplasmice denumite **mezozomi**. Conținutul citoplasmatic celular este diferențiat în **cromatoplasmă** (la exterior) și **centroplasmă** (la interior). În cromatoplasmă se găsesc ribozomi, tilacoizi, vacuole cu gaz, incluziuni celulare etc. Ribozomii cianobacteriilor sunt de tip 70 S, iar ARNr din aceste organele celulare este similar cu cel al cloroplastelor și mitocondriilor din celula eucariotă.

Tilacoizii (lamelle fotosintetice) sunt discuri închise care conțin în membrane clorofilă **a** și carotenoizi (β -caroten, zeaxantină, mixoxantofilă și osciloxantină). Pe suprafața tilacoizilor se găsesc **ficobilizomi**, formațiuni hemisferice sau hemidiscoidale dispuse în șiruri paralele (Toma și Niță, 2000). **Ficobilizomii** sunt alcătuiți din ficobiline (ficobilinproteine), precum **ficocianină** (pigmentul albastru), **aloficocianină**, **ficoeritrină** (pigmentul roșu) și **ficoeritrocianină**. Dintre ficobiline, numai **ficocianina** și **aloficocianina** se găsesc în toate celulele cianobacteriilor. Culoarea cromatoplasmei celulare este diferită la cianobacterii, în funcție de cantitatea de pigmenți și de proporția dintre aceștia.

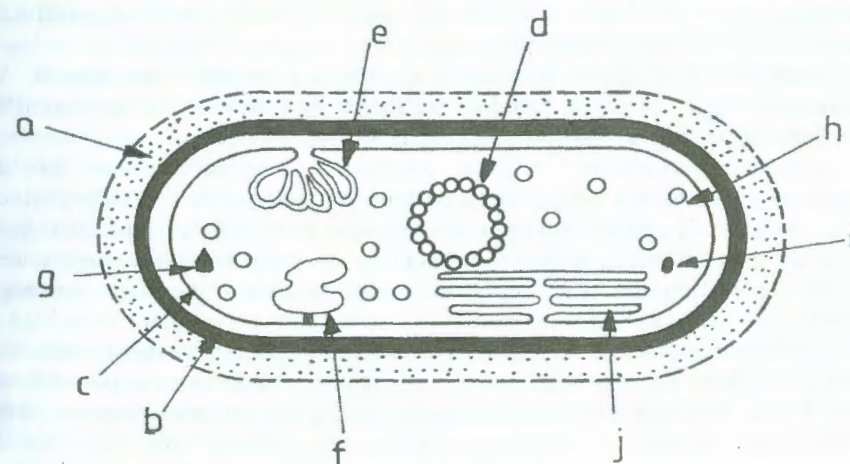


Fig. 11. Structura celulei la **Cyanobacteria (Cyanophyta)**:
a. capsulă gelatinoasă; b. perete celular; c. membrană plasmatică; d. nucleoid; e. mezozom; f. plasmid; g. carboxizom; h. veziculă cu gaz; i. cianoficină; j. tilacoid.

Vacuolele cu gaz prezintă la suprafață o membrană alcătuită din proteine, dar care nu conține lipide specifice membranelor celulare (Scagel și colab., 1984). Membrana vacuolelor este permeabilă anumitor gaze. Vacuolele cu gaz permit celulelor să plutească și să-și schimbe poziția pe verticală în straturile de apă. Când celulele nu-și mai pot regla vacuolele cu gaz, datorită fluctuațiilor extreme de temperatură și oxigen, cianobacteriile plutesc la suprafață și produc **înflorirea apei** (Raven și colab., 1992).

Centroplasma celulară conține materialul genetic reprezentat de ADN de circular, similar cu cel al cloroplastelor și mitocondriilor. ADN de reprezintă nucleoidul celulei. Cantitatea de G+C din ADN variază (Tab. 4), în funcție de specie (Holt și colab., 1994).

La numeroase cianobacterii, celulele prezintă pili. Cianobacteriile filamentoase au pori, care asigură schimburi metabolice între celule, prin intermediul microplasmodesmelor.

Anumite cianobacterii (*Nostoc*, *Anabaena*, *Rivularia* etc.) prezintă celule izomorfe (izociste) și celule specializate (heterociste și achineți). Heterocistele sunt celule mari, specializate în fixarea azotului atmosferic. La exteriorul peretelui celular, heterocistele prezintă o membrană bistratificată alcătuită din polizaharide (stratul extern) și glicolipide (stratul intern). În interiorul heterocistelor, membranele interne ale celulei sunt concentrice sau reticulate (Holt și colab., 1994).

Nutriția

Cianobacteriile sunt procariote fotoautotrofe. Fotosinteza cianobacteriilor implică o fotofosforilare ciclică și neciclică, prezența a două fotosisteme (I, II) și clorofila a (Scagel și colab., 1984). Produsul fotosintetic depozitat de cianobacterii este **amidonul de cianoficee**. Anumite specii depozitează produsul **poli-β-hidroxitiracat**. De asemenea, în celulele cianobacteriilor se găsesc incluziuni celulare precum **cianoficină**, **polifosfați** și **carboxizomi** (Holt și colab., 1994).

Unele cianobacterii sunt anaerobe și realizează **fotosinteză anoxigenică**. Aceste specii metabolizează compuși ai sulfului care inhibă fotosistemul II al fotofosforilării și respectiv fotosinteza oxigenică (Holt și colab., 1994).

Numeroase cianobacterii (*Nostoc*, *Anabaena*, *Rivularia* etc.) pot fixa azotul atmosferic cu ajutorul unor celule specializate denumite **heterociste**. Reacțiile fixatoare de azot sunt catalizate de enzima **nitrogenază**, care este inactivă în prezența unei cantități foarte mici de oxigen (Israil, 2000). Ca urmare, fixarea azotului este un proces anaerobic și de aceea oxigenul prezent în heterociste este redus de către hidrogen sau este expulzat prin peretele celular (Raven și colab., 1992).

La unele cianobacterii din genul *Synechococcus* (Fig. 8), s-a demonstrat prezența unui ritm zilnic (ritm circadian) de fixare a azotului dependent de succesiunea lumină – întuneric. Astfel, intensitatea fotosintezei este maximă la mijlocul zilei, iar fixarea azotului atmosferic la miezul nopții. De asemenea, s-a evidențiat existența unui ritm circadian de fixare a azotului și la specii de cianobacterii fără heterociste. La aceste specii, cele două procese incompatibile (fotosinteza și fixarea azotului) au fost separate în timp, în cursul unei zile (24 ore). Ritmicitatea celor două procese (fotosinteza – ziua și fixarea azotului – noaptea) este menținută prin succesiunea ciclurilor lumină – întuneric (Israil, 2000).

Cianobacteriile care nu prezintă heterociste fixează azotul atmosferic în celulele vegetative, în condiții anaerobe sau aproape anaerobe (Scagel și colab., 1984).

Majoritatea cianobacteriilor trăiesc în simbioză cu diferite specii de ciuperci, diatomee, dinoflagelate etc. În cadrul asociației simbiotice, cianobacteriile pot fi endosimbionți sau exosimbionți. Unele cianobacterii endosimbionte nu prezintă perete celular tipic și sunt denumite **ciane**. Cianobacteriile endosimbionte se divid în același timp cu celulele gazdă, printr-un proces similar cu diviziunea cloroplastelor (Raven și colab., 1992).

Alte cianobacterii sunt exosimbionți capabili să fixeze azotul atmosferic. Așa sunt speciile simbiote cu ferigi acvatice (*Azolla* spp.), briofite, alge verzi care nu au clorofilă, plante vasculare etc. De asemenea, unele cianobacterii (*Nostoc* spp.) sunt parteneri fotosintetici ai multor licheni și trăiesc în simbioză cu specii de ciuperci (Raven și colab., 1992).

Unele cianobacterii (*Microcystis*, *Anabaena* și *Aphanizomenon*) produc toxine foarte diferite care determină moartea animalelor acvatice (Scagel și colab., 1984).

Înmulțirea

Înmulțirea cianobacteriilor se realizează pe cale vegetativă și pe cale asexuată, prin celule specializate (spori, achineți). La acestea, nu se întâlnește reproducerea sexuală.

Înmulțirea vegetativă se realizează în diferite moduri: prin fisiune binară, înmugurire, hormogon și achineți (Fig. 12). În timpul fisiunii binare, celula vegetativă se fragmentează în două jumătăți, prin invaginarea membranei plasmactice și a peretelui celular. În general, fragmentarea celulară se realizează în partea centrală (ecuatorială) a celulei (Holt și colab., 1994).

Înmugurirea se realizează prin fragmentarea asimetrică a celulei. Astfel, se formează celule fiice mici denumite celule de înmugurire (exospori). ✓

Înmulțirea prin **hormogon** este caracteristică cianobacteriilor filamentoase. La aceste specii (Fig. 10), filamentele se divid și se formează mai multe fragmente pluricelulare filamentoase, denumite **hormogon**. Fiecare hormogon format prin fragmentare va da naștere unei cianobacterii.

Hormogonul este alcătuit din celule conforme la *Oscillatoria* sau din celule diferențiate (izociste și heterociste) la *Nostoc*, *Anabaena*, *Rivularia* etc.

Achinetul este un spor de rezistență caracteristic cianobacteriilor filamentoase. Acesta este o celulă vegetativă metamorfozată - de dimensiuni mai mari și cu perete celular gros - care poate supraviețui în condiții nefavorabile de mediu (Raven și colab., 1992).

Cianobacteriile produc diferite celule asexuate specializate (**endospori**) care au rol în înmulțire și/sau supraviețuirea în condiții nefavorabile de mediu. Endosporii se formează prin fragmentarea internă multiplă a conținutului celular. (Scagel și colab., 1984).

Clasificarea cianobacteriilor

Criteriile folosite pentru clasificarea cianobacteriilor sunt: morfologia, ultrastructura celulară, caracterele fiziologice, structura genetică și modul de reproducere.

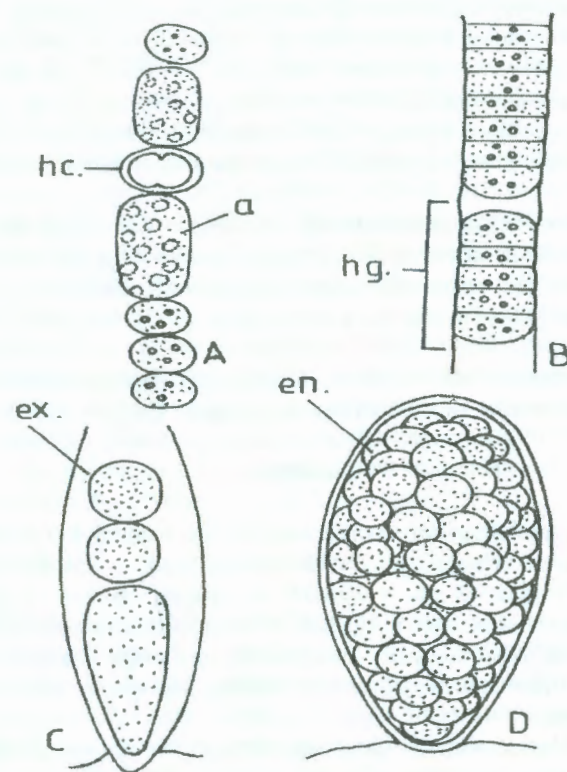


Fig. 12. Structuri reproducătoare la Cyanobacteria (Cyanophyta): A. achinet (a) și heterocist (hc.) la *Anabaena*; B. hormogon (hg.) la *Oscillatoria*; C. exospori (ex.) sau înmugurire la *Chamaesiphon*; D. endospori (en.) la *Dermocarpa*.

Cianobacteriile (cianofitele, algele albastre-verzi) sunt grupate în mai multe ordine: **Chroococcales**, **Pleurocapsales**, **Oscillatoriales**, **Nostocales** și **Stigonematales** (Holt și colab., 1994).

Ordinul Chroococcales

Acest ordin cuprinde cianobacterii unicelulare și coloniale (Fig. 8). Înmulțirea celulelor se realizează prin fisiune binară și/sau înmugurire. Fisiunea binară se poate produce într-un singur plan (la *Chamaesiphon*) de diviziune celulară, în două planuri (la *Merismopedia*) sau în trei planuri (la *Microcystis*).

Unele cianobacterii se înmulțesc prin **înmușurire**. Celulele (exosporii) formate prin înmușurire sunt sferice și rămân atașate, alcătuind lanțuri.

Cianobacteriile ordinului **Chroococcales** se deosebesc între ele, în ceea ce privește cantitatea (%) de G+C din ADN.

La *Gloeocapsa* (syn *Chroococcus*), talul poate fi unicelular sau colonial (Fig. 8). Fiecare celulă are o teacă gelatinoasă proprie. În cazul cianobacteriilor coloniale, tecile gelatinoase ale celulelor (mamă și fiice) se suprapun și se formează teci stratificate (Holt și colab., 1994).

La *Chamaesiphon* (Fig. 8), talul este unicelular și este fixat de substrat (plante, roci), în ape dulci. Celulele au formă diferită (sferică, ovală etc.) și sunt heteropolare. Cu un pol (partea mai voluminoasă), celula se prinde de substrat, iar la celălalt pol se produce înmușurirea. Celulele de înmușurire (exosporii) se dispun în lanț. Celula bazală este învelită parțial de o teacă gelatinoasă (Holt și colab., 1994).

La *Microcystis* (Fig. 8), talul este colonial. Coloniile au formă neregulată și sunt învelite de o teacă mucilaginoasă amorfă (Fig. 8). Celulele de *Microcystis* conțin vezicule gazoase. În mod obișnuit, celulele sintetizează și excretă peptide toxice precum **microcistină** și **cianoginosină**. De asemenea, celulele de *Microcystis* eliberează **β -ciclocitrat**. Acesta este unul dintre compușii mirositori din lacurile și bălțile care au fenomenul de înflorire cauzat de speciile de *Microcystis*. Una dintre speciile care cauzează înflorirea apei este *Microcystis aeruginosa* (Holt și colab., 1994).

La *Merismopedia* (Fig. 8), coloniile au formă regulată (dreptunghiulară) și sunt acoperite cu o teacă gelatinoasă amorfă (Holt și colab., 1994).

Speciile ordinului **Chroococcales** se întâlnesc în ape dulci (mai ales) și în ape marine.

Ordinul Pleurocapsales

În acest ordin sunt cuprinse cianobacterii unicelulare, coloniale și filamentoase. Aceste specii se înmulțesc prin fisiune binară și prin endospori.

Genurile caracteristice acestui ordin sunt *Pleurocapsa*, *Dermocarpa*, *Xenococcus* și *Myxosarcina*. Genul *Dermocarpa* cuprinde cianobacterii unicelulare care se înmulțesc frecvent prin endospori; *Pleurocapsa* include forme coloniale și filamentoase (Fig. 8).

Ordinul Oscillatoriales

Acest ordin cuprinde cianobacterii filamentoase alcătuite din celule izomorfe. Aceste cianobacterii nu formează heterociste și achineți. La suprafața filamentelor există o teacă gelatinoasă de grosime variabilă.

Cianobacteriile **Oscillatoriales** se înmulțesc prin fisiune binară și prin hormogone. Fragmentarea filamentelor are loc la nivelul unor celule care mor, datorită pierderii unei cantități mari din conținutul citoplasmatic. În alte cazuri, există celule de sacrificiu (celule necridiale) care mor și determină locul fragmentării filamentului (Holt și colab., 1994).

La *Lyngbia*, filamentele (Fig. 13) prezintă la suprafață o teacă gelatinoasă pluristratificată (Holt și colab., 1994).

La *Oscillatoria* (Fig. 9), filamentele pot prezenta la suprafață o teacă gelatinoasă

subțire. Aceste cianobacterii filamentoase efectuează mișcări oscilatorii. Culoarea cianobacteriilor este variabilă, de la verde-albastră până la roșie. Câteva specii prezintă adaptare cromatică. Anumite specii planctonice marine de *Oscillatoria* fixează azot atmosferic.

Speciile de *Oscillatoria* se întâlnesc în ape (dulci, marine, salmastre) și pe sol. Unele specii se dezvoltă în ape termale, la 56 – 60 °C. În ape dulci se întâlnesc *Oscillatoria rubescens*, *O. borneti*, *O. agardhii* etc. (Holt și colab., 1994).

La *Spirulina* (Fig. 10), filamentele au formă spiralată și culoare variabilă (de la albastră-verzuie la roșie). Filamentele nu au teacă vizibilă la microscop, iar pereții transversali ai acestora sunt subțiri.

Speciile de *Spirulina* se întâlnesc în ape (dulci, marine și salmastre). Anumite specii se dezvoltă în izvoare termale la circa 50 °C (Holt și colab., 1994). Dintre speciile caracteristice genului *Spirulina* menționăm: *S. platensis*, *S. adriatica*, *S. gracilis*, *S. laxa*, *S. tenuissima* și *S. albidia* (Ionescu și Péterfi, 1981).

Speciile ordinului *Oscillatoriales* se întâlnesc în medii de viață diverse: ape dulci și marine, pe sol, pe scoarța copacilor etc. (Holt și colab., 1994).

Ordinul Nostocales

În acest ordin sunt cuprinse cianobacterii filamentoase neramificate sau care prezintă o falsă ramificare a filamentelor. Acestea au capacitatea de a produce heterociste și achineți și formează hormogoane cu rol în înmulțire.

Unele specii din ordinul *Nostocales* formează asociații simbiotice. Astfel, speciile de *Nostoc* și *Anabaena* sunt simbioți intracelulari și extracelulari.

La *Anabaena*, filamentele sunt neramificate și au heterocistele situate intercalar și/sau terminal (Fig. 9). La suprafața filamentului se găsește o peliculă gelatinoasă.

Cele mai comune specii din planctonul apelor dulci sunt *Anabaena spiroides* și *A. flos-aquae*. În anumite condiții, aceste specii produc fenomenul de înflorire a apelor. Specia *Anabaena azollae* formează asociație simbiotică cu o ferigă acvatică din genul *Azolla* (Holt și colab., 1994).

La *Nostoc*, filamentele sunt sinuoase, neramificate și sunt alcătuite din izociste și heterociste. Izocistele conțin vezicule gazoase. Hormogoanele prezintă terminal, la un capăt sau la ambele, câte un heterocist.

Caracteristic pentru speciile de *Nostoc* este prezența unui gel confluent care menține împreună mase de filamente, formând un tal masiv, adesea macroscopic, de formă variată: sferică, ovală etc. (Holt și colab., 1994).

Aceste cianobacterii se întâlnesc în lacuri cu apă dulce și pe sol. O specie tericolă comună este *Nostoc commune*, cunoscută sub denumirea de cleiul pământului.

Ca simbiot, speciile de *Nostoc* se găsesc în cianolicheni. De asemenea, formează asociații simbiotice cu briofitele, cicadatele și specii din genul de angiosperme *Gunnera* (Holt și colab., 1994).

La *Scytonema*, filamentele prezintă ramificație falsă și sunt alcătuite din izociste și heterociste; filamentele sunt acoperite cu o teacă gelatinoasă groasă (Fig. 10).

La *Rivularia*, filamentele sunt drepte, erecte, uniseriate (un singur strat de celule)

și nu au ramificație adevărată. Heterocistele sunt situate terminal sau intercalar, pe traiectul filamentului (Fig. 10).

Cianobacteriile genului *Rivularia* formează hormogoane care prezintă mobilitate. După perioada de mișcare, hormogonul se fixează de substrat și produce un heterocist bazal. Apoi, începe creșterea filamentului erect, prin diviziunea celulelor. În mod obișnuit, filamentele sunt fixate individual sau în grup de substrat. Când sunt fixate în grup, filamentele formează structuri sferice sau semisferice (Holt și colab., 1994).

Ordinul Stigonematales

Acest ordin cuprinde cianobacterii filamentoase, ramificate, alcătuite din izociste și heterociste. Heterocistele sunt situate intercalar pe traiectul filamentului și/sau terminal. Unele specii prezintă achineți. Câteva specii prezintă pori, între celulele filamentului. Ramificația filamentelor este cauzată de diviziunea celulară în diferite planuri: transversal, longitudinal și/sau oblic (Scagel și colab., 1984).

La unele specii de *Stigonematales*, filamentele au o structură mai complexă, fiind alcătuite din două sau mai multe straturi de celule. La anumite specii (*Geitleria calcarea*), teaca gelatinoasă este impregnată cu calciu (Holt și colab., 1984).

Unele cianobacterii din acest ordin au dimensiuni macroscopice.

Dintre genurile caracteristice ordinului *Stigonematales* (Fig. 10) menționăm *Fischerella* și *Stigonema* (Holt și colab., 1994).

Ecologia cianobacteriilor

Cianobacteriile se întâlnesc în medii de viață diverse (ape dulci și marine, pe sol, pe scoarța copacilor etc.). Acestea tolerează temperaturi mai mari decât eucariotele. În mediul acvatic, cianobacteriile produc frecvent înflorirea apelor. De fapt, creșterea numărului de celule se datorează cianobacteriilor din straturile mai adânci de apă care se ridică la suprafață. Cianobacteriile cresc la adâncimi unde intensitatea luminoasă și oxigenul sunt scăzute și chiar azotul dizolvat poate fi scăzut. Alți nutrienți pot fi din belșug. În timpul creșterii celulelor, se formează vacuole cu gaze, iar cianobacteriile se ridică la suprafața apei și determină fenomenul de înflorire. O altă cauză a înfloririi apelor este creșterea abundentă a cianobacteriilor, când azotul anorganic se află în concentrații scăzute. Dacă alți nutrienți sunt disponibili, cianobacteriile fixează azotul atmosferic și se înmulțesc abundent. Cianobacteriile pot produce substanțe, inclusiv toxine, care inhibă creșterea algelor eucariote acvatice și asigură nutrienții pentru propria creștere (Scagel și colab., 1984).

Originea și evoluția cianobacteriilor

Cianobacteriile sunt organisme procariote foarte vechi. Se consideră că au apărut în Precambrian. În stare fosilă, cianobacteriile (algele albastre-verzi) au fost identificate în formațiuni calcaroase numite stromatolite care se cunosc de 2,5 miliarde de ani, din Precambrian. În unele stromatolite au fost găsite cianobacterii filamentoase (Scagel și

colab., 1984).

Structura celulară procariotă, modul de înmulțire, capacitatea de a fixa azotul atmosferic etc. dovedesc înrudirea cianobacteriilor cu celelalte bacterii. Din punct de vedere morfologic, unele cianobacterii (cianofite) sunt la fel de simple, precum bacteriile. Totuși, majoritatea au o structură mai complexă.

Forma celulei este variabilă și este folosită pentru a clasifica formele nefilamentoase sau cocoide. S-au evidențiat două linii morfologice distincte de dezvoltare și posibil de evoluție: tipurile nefilamentoase și tipurile filamentoase (Scagel și colab., 1984).

Din punct de vedere morfologic, cea mai simplă cianobacterie este unicelulară, sferică și liberă. Din aceasta au derivat cele două linii evolutive: nefilamentoasă și filamentoasă (Fig. 13). Linia nefilamentoasă include forme unicelulare, fixate, precum și forme libere unicelulare (*Chroococcus*, *Gloeocapsa*) sau coloniale (*Merismopedia*, *Microcystis*). Linia filamentoasă poate fi derivată direct din formele unicelulare. Dacă diviziunea celulară are loc într-un singur plan, rezultă forme filamentoase neramificate. Dacă diviziunea celulară are loc în mai multe planuri, se formează forme ramificate (*Lyngbya*, *Hapalosiphon*). Cele mai evoluate cianobacterii au filamentele ramificate și pluristratificate. Așa sunt reprezentanții (*Stigonema*, *Fischerella*) ordinului **Stigonematales** (Fig. 10).

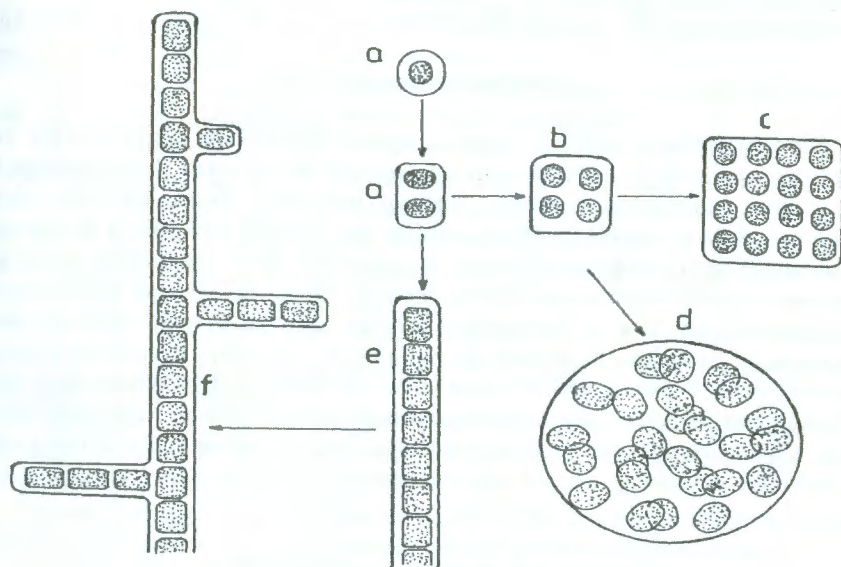


Fig. 13. Relații filogenetice la Cyanobacteria (Cyanophyta):
a. *Chroococcus*; b. *Gloeocapsa*; c. *Merismopedia*; d. *Microcystis*; e. *Lyngbya*;
f. *Hapalosiphon*.

În evoluția cianobacteriilor, conservatorismul relativ poate fi explicat prin larga toleranță ecologică și prin stabilitatea genetică.

Fiind fotosintetice și necesitând puțini nutrienți, cianobacteriile pot supraviețui în nișe ecologice relativ săracăcioase. Și mai mult, fiind complet asexuate, le lipsesc modalitățile de creștere a variabilității, care, la eucariote, rezultă din meioză și fecundație. Rezultatul net al acestor factori a fost o rată relativ scăzută de schimb evolutiv la cianobacterii (Scagel și colab., 1984).

Se pare că majoritatea caracteristicilor morfologice și fiziologice ale cianobacteriilor au evoluat cu aproximativ 2,0 miliarde de ani în urmă. Orice evoluție mai târzie se pare că a avut loc la nivel de familie, deși ultimul grup care a evoluat, **Stigonematales**, nu a apărut până în **Devonian** (Tab. 3), cu aproximativ 370 milioane ani în urmă (Scagel și colab., 1984).

Unele **Stigonematales** se aseamănă din punct de vedere morfologic cu anumite alge roșii **Bangiophyceae**. Acestea arată relațiile filogenetice între algele roșii și cianobacterii (Scagel și colab., 1984). De asemenea, cianobacteriile și algele roșii prezintă aceleași ficobiline, dar se deosebesc între ele în ceea ce privește organizarea (procariotă și respectiv eucariotă) celulară.

1.5.2.2.7.4. Prochlorophyta

Prochlorophyta (gr. pro = înainte; chloros = verde; phyton = plantă) cuprinde procariote fotosintetice oxigenice (proclorofite) care sunt grupate în ordinul **Prochlorales**. Celulele proclorofitelor conțin clorofilă a și clorofilă b, dar nu au ficobiline (ficocianină și ficoeritrină). Genurile caracteristice acestui ordin sunt *Prochloron* și *Prochlorothrix* (Holt și colab., 1994).

Genul *Prochloron* cuprinde proclorofitele unicelulare, sferice, fără teacă mucilaginoasă evidentă. Celulele se înmulțesc prin fisiune binară. *Prochloron* este unul dintre puținele genuri de procariote care conțin aceiași pigmenți clorofilieni (clorofilă a și clorofilă b) și carotenoizi precum algele verzi și plantele (Raven și colab., 1992).

Reprezentanții acestui gen trăiesc în ape marine (tropicale și subtropicale), sunt simbioanți extracelulari ai ascidiilor coloniale și fixează N_2 . Specia caracteristică acestui gen este *Prochloron didemni* (Holt și colab., 1994).

Genul *Prochlorothrix* cuprinde o singură specie – *Prochlorothrix hollandica* – care are filamente neramificate, de lungime variabilă. Celulele sunt Gram-negative și au formă cilindrică. Această cianobacterie trăiește liberă în ape dulci (Holt și colab., 1994).

1.6. Importanța bacteriilor

Bacteriile sunt răspândite peste tot în natură. Ele se găsesc în apă, sol, aer, plante vii sau moarte, animale etc.

Pe lângă importanța științifică, bacteriile au importanță practică deosebită. Bacteriile descompun materia organică moartă și asigură circuitul S, C, N, P etc. în natură.

Multe bacterii produc boli la oameni, animale și plante. Printre bolile umane, determinate de bacterii, se numără: antraxul, holera, lepra, sifilisul, tetanosul și tuberculoza.

De asemenea, amintim febra tifoidă cauzată de *Rickettsia typhi* și difteria produsă de *Corynebacterium diphtheriae*. Peste 200 de specii de bacterii determină boli la plante, dintre care majoritatea sunt letale (Scagel și colab., 1984).

Din punct de vedere industrial, bacteriile sunt surse pentru numeroase antibiotice: streptomicina, aureomicina, neomicina și tetraciclină, care sunt produse de actinomicete. Bacteriile sunt folosite și pe plan comercial pentru obținerea unor produse precum: oțetul, brânzeturi, iaurtul etc. (Raven și colab., 1992).

Unele bacterii au relații mutualiste cu plantele și animalele. Astfel, unele bacterii trăiesc în tubul digestiv al mamiferelor rumegătoare. Hrana multor mamifere erbivore constă, în principal, din celuloză. Mamiferele rumegătoare nu produc enzimele necesare degradării celulozei. Acest proces este realizat de anumite specii bacteriene (Scagel și colab., 1984).

Anumite bacterii realizează procese importante, precum metanogeneza, nitrificarea etc.

1.7. Originea și evoluția procariotelor

Originea și evoluția procariotelor și a eucariotelor timpurii este legată intim cu evenimente ce au apărut în timpul istoriei geologice a Pământului (Tab. 3).

În intervalul cuprins între 4,5 miliarde și 3,5 miliarde de ani, atmosfera Pământului conținea gaze precum H_2O , CO_2 , CO , N_2 , SO_2 , HCl și oxigen molecular puțin sau deloc. Aceasta a fost perioada biogenezei care a dus la evoluția primelor procariote, inclusiv a primelor autotrofe (Scagel și colab., 1984).

Primele organisme care au apărut în Oceanul Primar au fost procariotele anaerobe și heterotrofe care se hrăneau cu molecule organice. Aceste procariote heterotrofe datează de 3,5 miliarde de ani. Din aceste procariote au evoluat celelalte organisme procariote (chemosintetizante, fotosintetice etc.). Procariotele fotoautotrofe au evoluat de 3,4 miliarde de ani. În atmosfera primară, oxigenul a fost absent, până la producerea lui de către procariotele fotosintetice (Raven și colab., 1992).

Cele mai vechi procariote fosile cunoscute sunt de 3,5 miliarde de ani și au fost găsite în vestul Australiei. Alte fosile, aproape la fel de vechi, de peste 3 miliarde de ani, au fost găsite în roci din Africa de Sud (Raven și colab., 1992).

Dovezile morfologice și biochimice arată că acum 3,1 miliarde de ani erau prezente procariote anaerobe, heterotrofe și fotosintetizante. Acestea includ bacterii sub formă de bastonaș și cianobacterii cocoidale (Scagel și colab., 1984).

Procariote fosile și mai diverse au fost găsite în sedimente precambriene, mai tinere, în vârstă de 2,0-1,6 miliarde de ani, din estul Americii de Nord. În aceste sedimente au fost identificate microfosile de cianobacterii filamentoase și bacterii. Geochimia acestor sedimente susține apariția organismelor fotosintetizante aerobe (Scagel și colab., 1984).

La început, oxigenul a fost dispersat în hidrosferă. Ar fi trebuit o lungă perioadă de timp, până să se stabilizeze oxigenul atmosferic și să apară stratul de ozon la exteriorul atmosferei.

Construirea unei atmosfere oxigenate și a stratului de ozon se pare că coincide cu originea eucariotelor; se consideră că acești doi factori sunt principali în evoluția

eucariotelor (Scagel și colab., 1984).

Procariotele reprezintă organismele din care au evoluat eucariotele prin endosimbioze succesive (Fig. 1). Cea mai mare discontinuitate evoluționară a lumii vii este separarea procariotelor de eucariote.

Deși, în general, se crede că eucariotele provin dintr-un strămoș procariot, nu se cunosc intermediari nici vii și nici fosilizați (Scagel și colab., 1984).

În ceea ce privește evoluția bacteriilor, se consideră că cele mai simple ar fi formele de coci, din care ar fi derivat cele în formă de bastonașe și de filamente. Fosilele bacteriene sunt așa de puține, încât nu se poate identifica nici o tendință evolutivă. Prezența formelor bacilare, de 3 miliarde de ani, împreună cu filamente asemănătoare bacteriilor și cu structuri în formă de bastonaș, în mijlocul Precambrianului, sugerează diversitatea formelor în perioadele timpurii (Scagel și colab., 1984).

Bacteriile reprezintă un grup foarte divers de procariote care prezintă o serie de caracteristici distincte. Astfel, *Archaeobacteria* seamănă din punct de vedere morfologic cu *Eubacteria*, dar diferă din punctul de vedere al biochimiei (Scagel și colab., 1984). *Arheobacteriile* cresc în locuri care se aseamănă habitatelor caracteristice lumii timpurii. S-a sugerat că bacteriile metanogene au apărut acum 3 miliarde de ani, când exista o atmosferă bogată în CO_2 și H_2 (Raven și colab., 1992).

1.8. Morfologia, structura și originea virusurilor

În lumina datelor actuale, virusurile sunt definite ca sisteme acelulare, submicroscopice, care pot produce boli grave la diferite viețuitoare. Ele sunt alcătuite numai dintr-un singur tip de acid nucleic (ARN sau ADN) monocatenar (mc) sau dublucatenar (dc) și proteină.

Virusurile nu au metabolism propriu și sunt capabile să se multiplice printr-un mecanism specific numai în celula vie.

Morfologie și structură

Prin cercetări biochimice și de microscopie electronică, s-au determinat morfologia și structura virusurilor, precum și funcțiile diferitelor componente ale lor.

Particulele virale infecțioase (virionii) sunt alcătuite din genom viral și capsidă (Fig. 73). Genomul viral conține numai un singur tip de acid nucleic (ARN sau ADN). Acidul nucleic viral conține informația genetică și este responsabil de infecțiozitate (Israil, 2000). Capsida este formată din unități proteice denumite capsomere. Împreună cu genomul viral, capsida formează nucleocapsida. Unele virusuri au la suprafața nucleocapsidei un înveliș extern denumit **peplos**. Acestea sunt denumite **virusuri "acoperite"**. Virionii care nu au peplos la suprafața nucleocapsidei se numesc **virusuri "nude"** (Israil, 2000).

Cercetările recente arată că virusurile pot exista în plante nu numai ca particule complete, ci și sub formă de acid nucleic liber de proteină. Virusurile fără capsidă sunt denumite **viroizi** și sunt formate din molecule mici de ARN. Viroizii cauzează anumite boli la plante (Raven și colab., 1992).

Raportul între acidul nucleic și proteina unei particule virale variază de la un virus

la altul (Israil, 2000).

Forma virusurilor este diferită. Astfel, acestea pot fi sferice, poliedrice, bacilare (rigide sau flexibile), filamentoase etc. (Prescott și colab., 1996).

Tobacco mosaic virus (VMT) are particulele virale sub forma unor bastonașe drepte. Particulele virale (virionii) sunt formate din 2 130 capsomere identice și o catenă de ARN mc. Capsomerele și acidul ribonucleic sunt aranjate în spirală (Fig. 73). Acest virus determină **mozaicul tutunului**.

Multiplcarea virusurilor

Cercetările recente cu privire la multiplicarea (replicarea) virusurilor au arătat că acestea au un sistem propriu de înmulțire. Cele două componente (proteina și acidul nucleic) ale particulei virale sunt sintetizate prin două procese diferite în celula gazdă și apoi se unesc pentru a forma virionul.

Virusurile nu se pot reproduce înafara celulelor și se pare că își au originea în aparatele genetice ale bacteriilor sau eucariotelor. Când se replică, virusurile controlează mecanismul genetic al celulei gazdă (Raven și colab., 1992).

Datele din literatură (Prescott și colab., 1996) arată că virusurile parazitează bacteriile, ciupercile, algele, plantele și animalele. Virusurile bacteriene sunt cunoscute sub denumirea de **bacteriofagi** (fagi).

Clasificarea virusurilor

Clasificarea virusurilor este într-o stare mai puțin satisfăcătoare decât cea a bacteriilor sau a microorganismelor eucariote. În parte, aceasta se datorează lipsei de cunoștințe despre originea și evoluția lor (Prescott și colab., 1996).

Sistemele actuale de clasificare a virusurilor sunt realizate pe seama unor caractere precum: forma și simetria nucleocapsidei, tipul de acid nucleic viral (ADN sau ARN), structura acidului nucleic (monocatenară sau dublucatenară), procentul acidului nucleic în particula virală, natura gazdei (animal, plantă, bacterie, ciupercă) etc.

Comitetul Internațional de Taxonomie a Virusurilor a propus un sistem uniform de clasificare și a împărțit virusurile în 73 de familii și numeroase grupe. Denumirea familiei de virusuri se termină în – **viridae**, subfamilia în – **virinae** și genul (specia) în **virus** (Prescott și colab., 1996).

Cele mai reprezentative familii de virusuri fitopatogene sunt **Reoviridae** și **Rhabdoviridae**, iar cele mai comune grupe sunt *Cucumovirus*, *Tobamovirus*, *Potexvirus*, *Potyvirus* și altele (Webster și Granoff, 1994).

Originea și evoluția virusurilor

Originea și evoluția virusurilor are o parte misterioasă, datorită lipsei dovezilor fosile. Este clar că virusurile au apărut, după apariția celulelor în care codul genetic era deja stabilizat (Raven și colab., 1992).

Studiile actuale privind structura și reproducerea virusurilor au permis mai multe

speculații asupra originii lor. În prezent, virologii susțin două ipoteze mari privind originea virusurilor.

Prima ipoteză susține originea virusurilor din celule mici procariote. Se consideră că cele mai complexe virusuri, cum sunt poxvirusurile și virusurile herpetice, provin din celule mici, probabil procariote, care parazitau celule mai mari și mai complexe. Aceste celule parazite au devenit mai simple și mai dependente de gazdele lor, la fel cum s-a întâmplat cu paraziții pluricelulari, în procesul numit evoluție **retrogradă** (Prescott și colab., 1996).

Virusurile diferă radical de procariote și sunt greu de imaginat mecanismele prin care a apărut o astfel de transformare. Pe lângă acestea, ar fi de așteptat să existe forme intermediare între procariote și cele mai complexe virusuri, dar astfel de forme nu au fost detectate (Prescott și colab., 1996).

A doua ipoteză susține că virusurile reprezintă acizi nucleici celulari care au devenit independenți și au scăpat din celulă. Câteva mutații ar fi putut transforma acizii nucleici, care sunt sintetizați doar în anumite momente, în acizi nucleici infecțioși, a căror replicare nu a putut fi controlată. Această idee este susținută de observația că acizii nucleici ai retrovirusurilor și numeroși virioni conțin secvențe destul de similare cu cele ale celulelor normale, plasmidelor și transpozoniilor (Prescott și colab., 1996).

Este posibil ca virusurile să fi apărut prin ambele mecanisme prezentate. Datorită faptului că virusurile diferă foarte mult între ele, este posibil să aibă origini diferite (să fi apărut independent în cursul evoluției).

Probabil multe virusuri au provenit din alte virusuri, la fel cum organismele au provenit din strămoși specifici.

Problema originii virusurilor este complexă și destul de speculată; progresele din viitor, în ceea ce privește structura și reproducerea lor, ar putea clarifica această problemă (Prescott și colab., 1996).

2. Regnul Protista

În regnul **Protista** sunt cuprinse organisme eucariote unicelulare și pluricelulare cunoscute sub denumirea de **alge**. Acestea sunt incluse în mai multe încrengături.

2.1. Morfologia talului și evoluția acestuia la alge

Algele prezintă o mare diversitate morfologică și structurală. Cele cu structura cea mai simplă sunt unicelulare. Acestea pot fi mobile (monade) sau imobile. Cele mai evolute alge au structură parenchimatică. Structura algelor este dependentă de treapta de evoluție pe care se află acestea (Fig. 14).

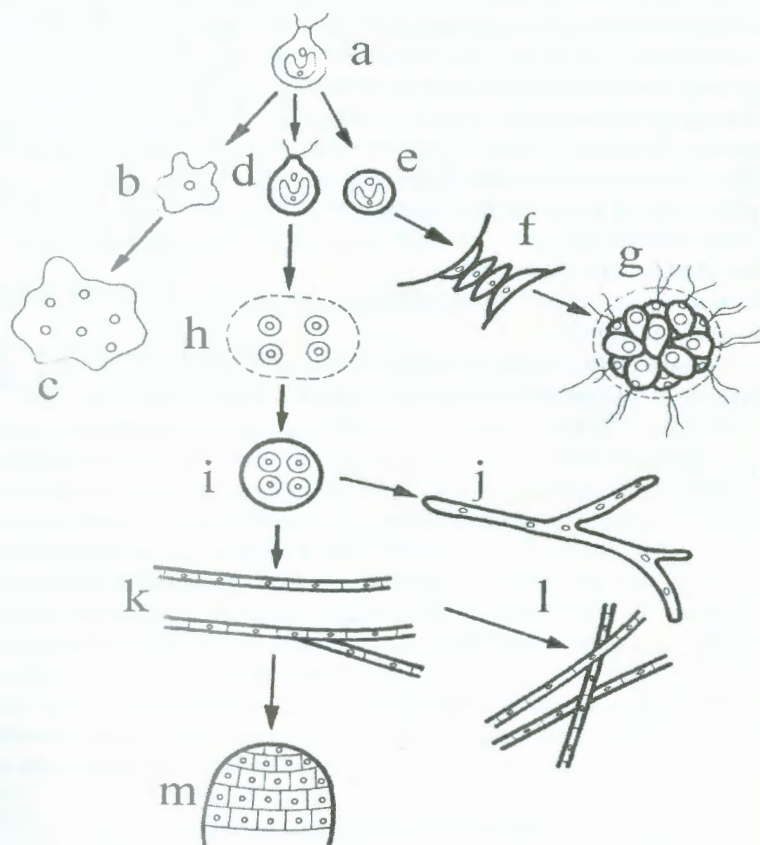


Fig. 14. Tipurile de tal și evoluția acestuia la alge:

a. unicelular cu periplast; b. amoeboidal; c. plasmodial; d. monadal; e. unicelular imobil;
f. cenobial; g. colonial; h. palmeloid (capsal); i. cocal; j. sifonal; k. filamentos;
l. plectenchimatic; m. parenchimatic.

Algele prezintă o mare diversitate morfologică. Cele mai simple alge sunt unicelulare, flagelate, fără perete celular. Din acestea au evoluat pe de o parte algele rizopodiale, iar pe de altă parte formele monadale. Algele rizopodiale cuprind reprezentanți amoeboidali și reprezentanți în formă de **plasmodiu**. Talul amoeboidal este unicelular, uninucleat, fără perete celular și are capacitatea de a forma pseudopode. Talul plasmodial este unicelular, plurinucleat, fără perete celular și are capacitate redusă de a forma pseudopode, datorită creșterii consistenței protoplasmei.

Din talul unicelular imobil și/sau monadal a evoluat talul **cenobial**, iar din acesta talul **colonial**. Cenobiul este alcătuit din celule formate din diviziunea aceleiași celule mamă și care rămân alăturate prin intermediul unui **mucilagiu**. Mucilagiul se formează prin gelificarea peretelui celulei mamă. Celulele din cenobiu sunt capabile de viață independentă, dacă se desprind din acesta (Toma și Niță, 2000).

Colonia este formată din celule interdependente, între care există numeroase legături funcționale. Celulele din colonie sunt legate între ele prin plasmodesme și nu sunt capabile de viață independentă. Numărul de celule din colonie diferă, în funcție de specie. La *Volvox*, colonia este formată din numeroase celule (15 000 - 20 000) diferențiate morfologic și funcțional.

Cenobiile și coloniile pot fi mobile sau imobile, în funcție de prezența sau absența flagelilor, la celulele pe care le conțin.

De asemenea, din talul monadal au evoluat formele capsale și cocale. Talul **capsal** se caracterizează prin lipsa peretelui celular; celulele sunt înglobate într-o masă gelatinoasă. Forma acestui tal depinde de proprietățile masei gelatinoase (Péterfi și Ionescu, 1979).

Talul **cocal** (cocoid) a evoluat din talul capsal. Caracteristica cea mai importantă a acestui tip de tal o constituie apariția peretelui propriu-zis, de consistență evidentă. În multe cazuri, peretele este impregnat cu diferite substanțe.

Din talul cocal au evoluat talul sifonal și talul filamentos (trihal). Talul **sifonal** este unicelular, plurinucleat și are formă diferită. Poate fi veziculos sau tubular. Mai este denumit **cenocit**. Talul **filamentos** este alcătuit din celule dispuse într-un singur rând, simplu sau ramificat. Talul **plectenchimatic** s-a format, prin împletirea filamentelor. Talul **parenchimatic** este un tal cu țesuturi adevărate format, de regulă, prin activitatea unei celule inițiale, terminale, mai rar a unui meristem intercalar.

Cele mai evolute taluri se întâlnesc la algele (feofite, rodofite, clorofite) cu structura cea mai complexă.

2.2. Înmulțirea algelor

Algele prezintă diferite tipuri de înmulțire: vegetativă, asexuată și sexuată.

Înmulțirea vegetativă se poate produce prin diviziunea celulară la formele unicelulare și prin fragmentarea talului la algele pluricelulare.

Înmulțirea asexuată se realizează prin spori asexuați specializați. La alge se întâlnesc două tipuri de spori asexuați: **zoospori** și **aplanospori**. Zoosporii (planosporii) sunt spori asexuați mobili care se deplasează cu ajutorul flagelilor. Celula în care se formează zoosporii se numește **zoosporange** (zoosporocist). Aplanosporii sunt spori asexuați specializați care nu prezintă flageli și nu sunt mobili.

Înmulțirea sexuată la alge este diversă și se poate realiza prin **gametogamie** și **somatogamie (conjugare)**. Gametogamia este înmulțirea sexuată care constă în unirea (fecundația) gameților. Formarea acestora este precedată de o diviziune reduțională (meioză), așa încât toți gameții sunt celule haploide (n). Morfologic, gameții prezintă o mare variabilitate (Răvăruț și Turenschi, 1973).

Astfel, se disting izogameți și heterogameți. Izogameții sunt flagelați și sunt identici din punct de vedere morfologic. Heterogameții sunt inegali din punct de vedere morfologic. De obicei, gametul femeiesc este mai mare, este mobil și se numește macrogamet. Alături, gametul femeiesc este imobil și se numește oosferă. Gametul bărbătesc este mult mai mic decât cel femeiesc și se numește microgamet. Gameții bărbătești pot fi mobili și imobili. Gameții bărbătești mobili se numesc anterozoizi sau spermatozoizi, iar cei lipsiți de flageli se numesc spermarii.

În funcție de morfologia gameților, se disting următoarele tipuri de gametogamie: **izogamie**, **anizogamie** și **oogamie** (Fig. 15).

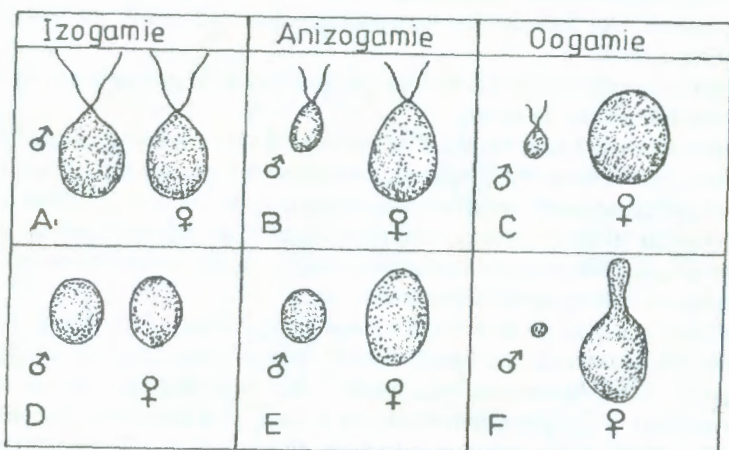


Fig. 15. Tipurile de gametogamie: **izogamie**, **anizogamie** și **oogamie**.

A și B. ambii gameți mobili; C. gametul bărbătesc mobil; D, E și F. ambii gameți imobili.

O gametogamie particulară prezintă algele roșii (rodofitele). La acestea, fecundația (**carpotogamia**) are loc între doi gameți (oosferă, spermă) imobili. Oosfera se formează în carpoton, iar spermă în spermatangiu.

Somatogamia este înmulțirea sexuată care constă în fuziunea întregului conținut celular a două celule vegetative cu potențe sexuale diferite. Cele două celule fuzionează prin intermediul unui canal de copulație (conjugare). După fecundație, se formează zigotul ($2n$). Această înmulțire sexuată mai este denumită conjugare. Un exemplu de somatogamie (conjugare) se întâlnește la *Spirogyra* (mătasea broaștei). Somatogamia (conjugarea) se întâlnește și la unele ciuperci.

Alternanța de generații

Viața unui organism eucariot, de la formarea zigotului și până la apariția unui nou zigot, reprezintă **ciclul biologic** (de dezvoltare ontogenetică, de evoluție individuală).

Ciclul biologic al algelor cuprinde două faze – haploidă și diploidă – deosebite citologic și fiziologic. **Faza haploidă** (n) este reprezentată de gametofit (generația sexuată). Aceasta începe cu meioza ($R!$) și se încheie cu fecundația (F). **Faza diploidă** ($2n$) este reprezentată de sporofit (generația asexuată). Această fază începe cu fecundația (F) și se termină cu meioza (Fig. 3). Generația gametofitică (G) este producătoare de gameți, iar generația sporofitică (S) este producătoare de spori (P ârnu, 2000).

Datorită faptului că, în ciclul de dezvoltare al organismelor cu sexualitate, cele două generații se nasc una din alta și se succed cu regularitate, acest proces se numește **alternanță de generații** sau faze.

Sub raportul alternanței de generații, algele se grupează în trei categorii: **alge haplobionte**, **alge diplobionte** și **alge haplodiplobionte** (Fig. 3).

La anumite alge haplodiplobionte, ciclul de dezvoltare ontogenetică cuprinde două generații (gametofit și sporofit) izomorfe. Alte alge haplodiplobionte prezintă un ciclu de dezvoltare ontogenetică cu două generații (gametofit și sporofit) heteromorfe, cu predominarea uneia sau alteia dintre generații. Algele haplodiplobionte pot avea gametofit homotalic sau heterotalic. Cele cu gametofit heterotalic prezintă gametofit bărbătesc și gametofit femeiesc pe care se formează gameți caracteristici.

Pe lângă algele haplodiplobionte menționate, există alge haplodiplobionte care prezintă un ciclu de dezvoltare ontogenetică cu trei generații. Un astfel de ciclu de dezvoltare trigenetic se întâlnește la algele roșii (**Florideophyceae**) evolute. Aceste alge haplodiplobionte prezintă o fază haploidă (**gametofitul**) și o fază diploidă cu două generații sporofitice (**carposporofitul** și **tetrasporofitul**) independente. Carposporofitul formează spori asexuați denumiți carpospori, iar tetrasporofitul produce spori asexuați denumiți tetraspori.

2.3. Clasificarea algelor

Toate algele protiste au structură celulară eucariotă. Diferite caractere biochimice, genetice, citologice etc. relevă existența a trei grupe mari de alge (rodofite, cromofite și clorofite) și mai multe încrângături care corespund unor linii evolutive fundamentale. Cele trei grupe de alge se deosebesc între ele prin pigmenții asimilatori pe care-i conțin și prin produsul de rezervă caracteristic (Tab. 6). De asemenea, cantitatea (%) de $G + C$ din ADN diferă, în funcție de specie (Tab. 7).

În grupul rodofitelor sunt cuprinse algele care conțin clorofile a și d și care sunt incluse în încrângătura **Rhodophyta**. Grupul cromofitelor cuprinde algele eucariote care conțin clorofile a și c . Aceste alge sunt grupate în mai multe încrângături (**Cryptophyta**, **Dinophyta**, **Chrysophyta**, **Bacillariophyta**, **Xanthophyta** și **Phaeophyta**). În anumite lucrări de specialitate (Sitte și colab., 1998), se prezintă o încrângătură denumită **Heterokontophyta** care include mai multe clase, precum: **Bacillariophyceae**, **Chloromonadophyceae**, **Chrysophyceae**, **Xanthophyceae** și **Phaeophyceae**. Grupul

clorofitelor cuprinde algele care conțin clorofile a și b. Acestea sunt incluse în două încrengături: **Euglenophyta** și **Chlorophyta** (Tab. 6).

Tabelul 6

Pigmenții asimilatori și produsul de depozitare caracteristici algele eucariote
(după Sitte și colab., 1998)

Încrengătura	clorofile	ficobiline	caroteni	xantofile	produsul de rezervă
Cryptophyta	a și c	ficocianină ficoeritrină	α și β	diatinoxantină aloxantină	amidon
Dinophyta	a și c	-	β	diadinoxantină diatinoxantină peridinină	amidon
Chrysophyta	a și c	-	β	diadinoxantină diatinoxantină fucoxantină	crizolaminarină
Xanthophyta	a și c	-	β	diadinoxantină diatinoxantină heteroxantină vaucheriaxantină	crizolaminarină
Bacillariophyta	a și c	-	α și β	diadinoxantină diatinoxantină fucoxantină	crizolaminarină
Phaeophyta	a și c	-	β	diadinoxantină diatinoxantină fucoxantină zeaxantină	laminarină manitol ulei
Rhodophyta	a și d	ficocianină ficoeritrină aloficocianină floridorubină	α și β	luteină zeaxantină	amidon de floridee
Euglenophyta	a și b	-	β	diadinoxantină diatinoxantină	paramilon
Chlorophyta	a și b	-	β	luteină zeaxantină	amidon (în cloroplast)

Legendă: — = absent

Tabelul 7

Cantitatea (%) de G+C din ADN al unor specii de alge
(după Prescott și colab., 1996)

Încrengătura	Genul sau specia	G+C din ADN (%)
Bacillariophyta Chlorophyta	<i>Cyclotella cryptica</i>	41
	<i>Acetabularia mediterranea</i>	37 – 53
	<i>Chlamydomonas</i>	60 – 68
	<i>Chlorella</i>	43 – 79
	<i>Nitella</i>	49
	<i>Scenedesmus</i>	52 – 64
	<i>Spirogyra</i>	39
	<i>Volvox carteri</i>	50
	<i>Ochromonas danica</i>	48
	<i>Peridinium triquetrum</i>	53
Chrysophyta Dinophyta Euglenophyta	<i>Euglena gracilis</i>	46 – 55

2.3.1. Încrengătura Cryptophyta

În încrengătura **Cryptophyta** (gr. kryptos = ascuns; phyton = plantă) sunt cuprinse aproximativ 100 de specii, grupate în circa 25 de genuri. Aceste alge fac parte din grupul cromofitelor.

2.3.1.1. Morfologia talului

Din punct de vedere morfologic, criptofitele au tal monadal și cocal (Pop și colab., 1983).

2.3.1.2. Structura celulară

Celulele tipice ale criptofitelor sunt mobile, oblongi sau ovoidale, aplatizate dorsoventral (Fig. 16). În general, celula este biflagelată și prezintă un șanț anterior din care apar doi flageli inegali. Flagelul scurt are peri unilaterali, iar cel lung bilaterali. Flagelii sunt atașați lângă baza șanțului și emerg subapical sau aproape lateral (Scagel și colab., 1984).

Celulele criptofitelor nu prezintă perete celular. Învelișul extern – **periplastul** – este format dintr-o serie de plăci longitudinale, așezate regulat și delimitate de mai multe șanțuri, situate de-a lungul celulei. Plăcile longitudinale nu se extind și în șanțul flagelar. Pe lângă șanțurile longitudinale, pe învelișul extern celular există și șanțuri laterale.

La joncțiunea dintre șanțurile longitudinale și laterale există **ejectozomi**, care sunt mai numeroși pe partea dorsală a celulei. În șanțul flagelar există ejectozomi mai mari și mai complecși care au importanță taxonomică (Scagel și colab., 1984).

Se presupune că ambele tipuri de ejectozomi sunt produși de aparatul Golgi (dictiozomi). Funcția ejectozomilor nu este sigură, dar pot fi implicați în protecția celulei față de alte organisme (Scagel și colab., 1984).

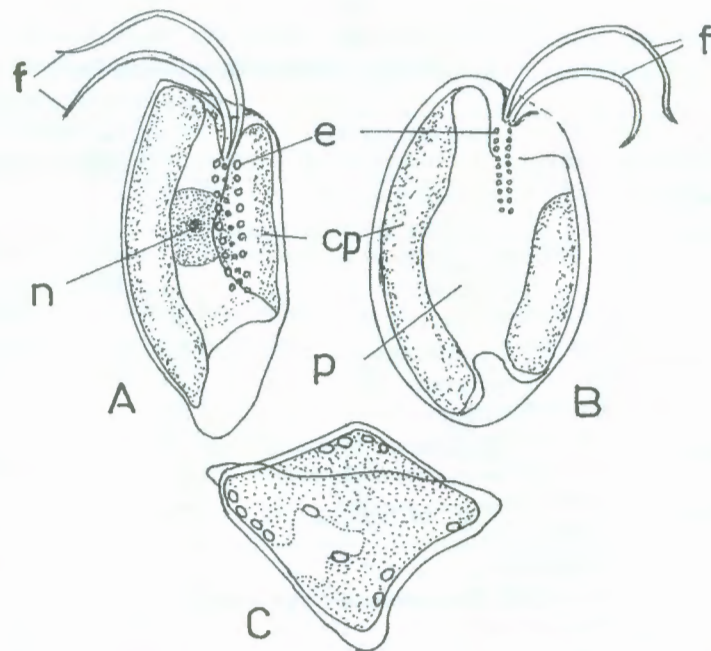


Fig. 16. Morfologia talului la Cryptophyta:

A. celulă de *Cryptomonas*; B. tal de *Chroomonas*; C. celulă de *Tetragonidium*; n. nucleu; e. ejectozomi; cp. cloroplast; p. pirenoid; f. flageli.

Culoarea celulei este diferită (verde, albastră – verzuie, aurie, brună sau roșie), în funcție de condițiile de mediu.

În citoplasmă sunt prezente 1 – 2 cloroplaste care conțin perechi de tilacoizi nefuzionați. De asemenea, în cloroplast pot exista și pirenoizi. Pigmenții asimilatori (Tab. 6) sunt reprezentați de **clorofile** (a și c), **caroteni** (α și β), **xantofile** (diatoxantină și aloxantină) și **ficobiline** (ficocianină și ficoeritrină). Ficobilinile sunt situate în spațiile dintre tilacoizi și sunt similare din punct de vedere chimic, cu cele de la cianobacterii și algele roșii. La criptofite, stigma nu este comună. Când este prezentă în celulă, stigma se află în cloroplast, de obicei lângă nucleu și adiacent față de baza flagelilor (Scagel și colab., 1984).

În celula criptofitelor există un sistem funcțional alcătuit din nucleu, reticul endoplasmic și cloroplast.

În general, nucleul este localizat în partea posterioară a celulei și prezintă invaginări citoplasmice. În interfază, nucleul are zone cromatinice mari și un nucleol proeminent. Anvelopa nucleară se dezagregă în timpul diviziunii, iar microtubulii se împrăstie în masa cromozomală (Scagel și colab., 1984).

2.3.1.3. Nutriția

Nutriția criptofitelor este variată. Unele specii fotosintetice sunt obligat fototrofe, în timp ce altele sunt facultativ heterotrofe și sunt capabile să crească în medii cu substrat organic (ex. glicerol), în lumină și în întuneric. Nutriția criptofitelor mai puțin colorate este obligat heterotrofă (Dragoș și colab., 1997).

Criptofitele fotoautotrofe sintetizează ca produs de rezervă **amidon**, pe care-l depozitează înafara cloroplastului.

2.3.1.4. Înmulțirea

La criptofite, reproducerea se realizează pe cale vegetativă prin fragmentarea celulei. Celula se poate divide, în stadiul mobil sau imobil. În stadiul imobil, celula este înconjurată de o matrice mucilaginoasă. La unele criptofite, se formează celule închistate cu pereți groși, în condiții nefavorabile de mediu. La criptofitele imobile, prin diviziune se formează pachete de celule (Scagel și colab., 1984). Criptofitele sunt **alge haplobionte**.

2.3.1.5. Clasificarea

Criptofitele sunt clasificate pe baza morfologiei stadiului vegetativ. Majoritatea criptofitelor sunt mobile; câțiva reprezentanți sunt imobili. Criptofitele mobile sunt diferențiate pe baza formei celulei, a localizării șanțului flagelar, a numărului și localizării ejectozomilor mari și a numărului de cloroplaste.

Criptofitele sunt incluse într-o singură clasă: **Cryptophyceae**. Criptofitele mobile cuprind specii pigmentate grupate în genurile *Cryptomonas* și *Chroomonas*. Genul *Tetragonidium* cuprinde criptofite pigmentate și imobile (Fig.16). *Chilomonas* cuprinde specii nepigmentate (Scagel și colab., 1984).

2.3.1.6. Mediul de viață

Criptofitele sunt mai frecvente în apele dulci decât în apele marine. Speciile unor genuri ca *Cryptomonas* și *Chroomonas* se dezvoltă în bazinele cu ape sărate, cu o salinitate între 5 – 30 ‰, în tot timpul anului. În apele dulci, criptofitele se găsesc, când este prezentă și materia organică.

Uneori, criptofitele sunt fitoflagelate dominante din apele lacurilor temperate care prezintă fenomenul de **înflorire** (Scagel și colab., 1984).

2.3.1.7. Originea și evoluția

Criptofitele sunt alge protiste care nu sunt cunoscute în stare fosilă. Ipotezele privind originea și evoluția lor se bazează pe studiul complex al reprezentanților actuali.

Criptofitele prezintă caractere de asemănare cu crizofitele, bacillariofitele și feofitele. Aceste caractere se referă la prezența acelorași **clorofile** (a și c). De asemenea, morfologia nucleului la **Cryptophyta** este asemănătoare cu cea de la **Chrysophyta**. La

aceste alge, cromatina este condensată în interfază, iar nucleul și membrana nucleară persistă în timpul diviziunii nucleare care este asemănătoare (Scagel și colab., 1984).

Criptofitele prezintă și caractere distinctive, față de celelalte **alge cromofite**. Prezența amidonului ca produs de rezervă le apropie de dinofite. Prin ficobilinele pe care le conțin în celulă, criptofitele se apropie filogenetic de cianobacterii (cianofite) și rodofite (Scagel și colab., 1984).

Posibilitatea ca ele să fie strâns înrudite cu cianobacteriile și rodofitele, bazată pe pigmentație, nu este susținută, datorită unor diferențe esențiale; astfel, celulele flagelate se întâlnesc la criptofite, dar lipsesc total în dezvoltarea ontogenetică a cianobacteriilor și algelor roșii (Scagel și colab., 1984).

Caracterele de asemănare și distinctive ale criptofitelor cu celelalte alge protiste permit considerarea lor ca un grup vechi, cu caractere primitive, care s-a desprins din trunchiul comun al cromofitelor (Fig. 1).

Criptofitele au urmat o linie evolutivă distinctă, care constituie o linie închisă.

2.3.2. Încrângătura Dinophyta

În încrângătura **Dinophyta** (gr. dinos = vârtej; phyton = plantă) sunt cuprinse aproximativ 2 100 de specii de alge grupate în cel puțin 125 de genuri (Raven și colab., 1992). Aceste alge mai sunt cunoscute sub denumirea de **Pyrrophyta** (gr. pyrrhos = foc; phyton = plantă) sau **Dinoflagellatae** (gr. dinos = vârtej; flagellum = flagel).

2.3.2.1. Morfologia talului

Dinofitele se găsesc pe diferite trepte de organizare a talului: monadal, ~~cocal~~, filamentos (trihal) și palmeloid (Fig.14). Majoritatea dinofitelor sunt monadale, cu doi flageli inserați lateral sau apical. Unele dinofite mobile nu sunt flagelate evident. De exemplu, *Noctiluca miliaris* are un tentacul mobil (Ionescu și Péterfi, 1981).

Dinofitele imobile cuprind specii ~~ne~~filamentoase (cocale, palmeloide) și filamentoase.

2.3.2.2. Structura celulară

Organizarea celulară generală a dinofitelor este tipic eucariotă. Dinofitele imobile au peretele celular format din celuloză. Majoritatea dinofitelor sunt mobile și prezintă un înveliș extern denumit **tecă**, alcătuit din plăci celulozice, de grosimi diferite (Scagel și colab., 1984).

În general, la o specie este caracteristic un anumit număr de plăci celulozice. Aranjarea plăcilor celulozice constituie un criteriu taxonomic. Ele alcătuiesc **tabulația** caracteristică fiecărei specii (Scagel și colab., 1984).

Conținutul viu celular este format din membrană plasmatică, citoplasmă și nucleu. Cloroplastele dinoflagelatelor sunt similare ca structură cu cele de la majoritatea crizofitelor. În cloroplaste se găsesc pigmenții asimilatori precum **clorofile** (a și c), **β-caroten** și **xantofile** (diadinoxantină, diatoxantină și peridinină). Peridinină este similară

ficoxantinei (Raven și colab., 1992). Tilacoizii sunt grupați câte trei, iar pirenoizii, când sunt prezenți, au poziții variate. Stigmele sunt variate și pot să fie asociate sau nu, cu cloroplastele (Scagel și colab., 1984).

În general, celulele dinofitelor sunt uninucleate. Nucleul este format din membrană (anvelopă) nucleară, nucleoplasmă, nucleol și cromozomi. Structura cromozomilor reprezintă un stadiu evolutiv intermediar între nucleoidul procariot și nucleul eucariot. Cromozomii dinoflagelatelor sunt formați din ADN fibrilar complex, diferențiat de nucleoplasmă, dar nu conțin **histone**. Datorită structurii nucleului, dinoflagelatele (dinofite) au fost denumite **mezocariote**. Cromozomii rămân condensați și vizibili, în timpul diviziunii celulare și a interfazei (Scagel și colab., 1984).

În timpul mitozei, se mențin membrana nucleară și nucleolul. Microtubulii citoplasmatici separă noii nuclei, dar nu sunt implicați în separarea cromozomilor, care apar atașați de membrana nucleară (Scagel și colab., 1984).

Celula dinoflagelată tipică are 2 flageli inserați lateral. Aceștia iau naștere la locul de întâlnire a celor două șanțuri (ecuatorial și longitudinal), de pe învelișul extern (Fig. 17).

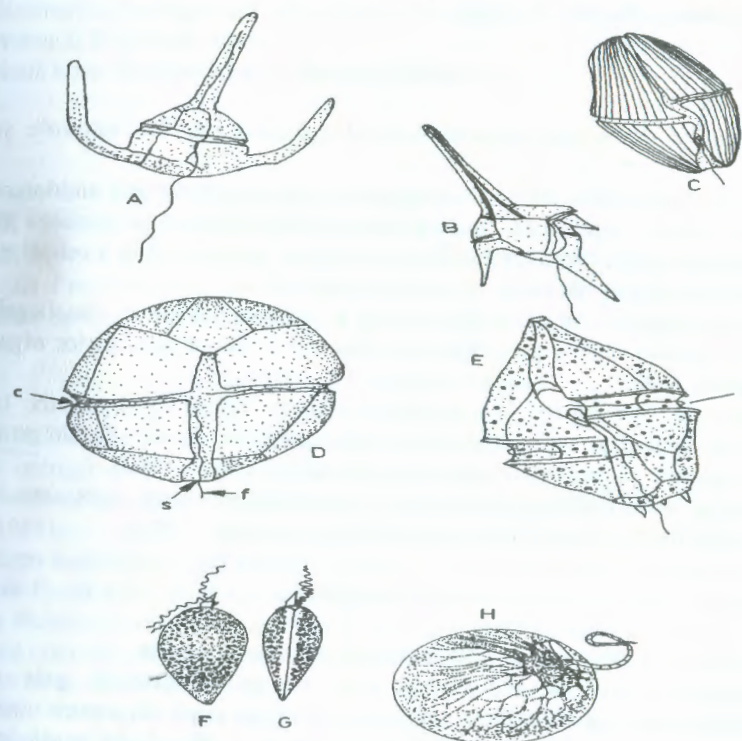


Fig. 17. Morfologia talului la Dinophyta:

A. *Ceratium tripos*; B. *Ceratium hirundinella*; C. *Gymnodinium*; D. *Peridinium*; E. *Gonyaulax*; F și G. *Prorocentrum micans*; H. *Noctiluca miliaris*; c. cingulum; s. sulcus; f. flagel.

Șanțul ecuatorial (transversal) este denumit **cingulum**. Acesta delimitează, pe suprafața externă (teca) a celulei, **epiteca** (partea superioară) și **hipoteca** (partea inferioară). Șanțul vertical (longitudinal) este situat în hipotecă și este denumit **sulcus**. Poziția șanțului ecuatorial este o caracteristică taxonomică. În șanțurile (ecuatorial și longitudinal) de pe tecă, pot exista o serie de plăci de dimensiuni mici. Astfel de plăci sunt vizibile la *Peridinium* (Fig. 17).

Flagelii pot emerge dintr-un singur por sau din doi pori separați de pe suprafața învelișului celular. Flagelul transversal este sub formă de panglică, datorită prezenței unei benzi striate în interiorul membranei flagelare. Această bandă este mai scurtă decât microtubulii flagelari și cauzează o "bucare" a flagelului. Pe acest flagel pot fi prezenți peri foarte fini (Scagel și colab., 1984).

Flagelul ecuatorial (transversal) înconjoară aproape toată celula și execută mișcare ondulatorie care are ca efect învârtirea și propulsia individului. Flagelul din șanțul longitudinal împinge celula înainte prin mișcări ca de înot și servește la cârmuire. Activitatea celor doi flageli asigură o mișcare de învârtire și înaintare (șurub) în apă a celulelor (Ionescu și Péterfi, 1981).

✕ 2.3.2.3. Nutriția

În funcție de modul de nutriție, se diferențiază dinofite autotrofe și dinofite heterotrofe.

Dinofitele autotrofe sunt fotosintetizante. Acestea sintetizează **amidon**, ca produs de rezervă, pe care-l depozitează înafara cloroplastului. Uneori acumulează **grăsimi** și **uleiuri**, în cantități mari, care determină culoarea roșie sau portocalie a celulelor, de unde provine denumirea de pirofite (Scagel și colab., 1984).

Anumite dinofite nu conțin clorofilă și se hrănesc heterotrof. Dinoflagelatele mai puțin colorate își obțin hrana prin ingerarea altor celule sau a particulelor organice mici (Raven și colab., 1992).

Unele dinofite trăiesc în **simbioză** cu multe tipuri de organisme (spongieri, meduze, corali, caracatițe, sepii etc.). Când sunt simbiote, dinoflagelatele nu au tecă și apar ca celule sferice, aurii, numite zooxantele (Raven și colab., 1992).

Anumite dinoflagelate (*Gonyaulax*, *Gymnodinium*) produc substanțe otrăvitoare (toxine) care pot afecta oamenii și animalele (Scagel și colab., 1984).

2.3.2.4. Înmulțirea

Dinofitele se înmulțesc pe cale vegetativă, asexuat și sexual.

Principalul mod de reproducere este pe cale vegetativă, prin diviziunea longitudinală a celulei. Fragmentarea celulară se produce după diviziunea nucleului și a organitelor citoplasmice. Fiecare celulă fiică primește un flagel și o porțiune din tecă. Apoi, cele două celule fiice formate construiesc părțile care lipsesc (Raven și colab., 1992).

La unele dinofite, fragmentarea conținutului celular se produce în interiorul celulei parentale. Astfel, se formează două celule noi, fără tecă, care sunt eliberate din celula parentală. Fiecare celulă tânără formează plăci noi celulozice (Scagel și colab., 1984).

Înmulțirea asexuată se realizează prin spori specializați denumiți **zoospori** care se întâlnesc în dezvoltarea unor dinofite imobile. La aceste specii, doar zoosporii au structură tipică de dinoflagelat, în timp ce formele mature au celule fără flageli și sunt solitare sau unite în colonii (Raven și colab., 1992).

Înmulțirea sexuală la dinofite se realizează prin **gametogamie** (izogamie și anizogamie). La unele genuri (*Peridinium*, *Gymnodinium*), reproducerea sexuală se realizează prin izogamie. La *Ceratium*, înmulțirea sexuală se realizează prin anizogamie. Dinofitele sunt **alge haplobionte**, la care zigotul este singurul stadiu diploid (Scagel și colab., 1984).

2.3.2.5. Clasificarea

Sistematica încregăturii **Dinophyta** (**Pyrrhophyta**, **Dinoflagellatae**) este destul de controversată. După unii autori (Ionescu și Péterfi, 1981), încregătura **Dinophyta** cuprinde două clase: **Dinophyceae** și **Haplodinophyceae**.

2.3.2.5.1. Clasa Haplodinophyceae

Această clasă cuprinde dinofite care au celule biflagelate, cu doi flageli heteromorfi inserați apical. Pe suprafața celulelor, nu există șanțuri caracteristice dinofitelor. De cele mai multe ori, celulele sunt biflagelate, solitare și sunt acoperite de periplast. La *Prorocentrum*, celulele solitare sunt protejate de o **tecă** (cochilie) bivalvă (Fig. 17). Alte specii (**Desmocapsales**) din această clasă au tal palmeloid (capsal).

2.3.2.5.2. Clasa Dinophyceae

În această clasă sunt incluse toate dinoficeele care posedă într-un stadiu de dezvoltare ontogenetică celule cu două șanțuri (canale, jgheaburi). Aceste alge au doi flageli plasați ventral, la locul de întâlnire a șanțurilor cingulum și sulcus (Ionescu și Péterfi, 1981).

Reprezentanții acestei clase se găsesc pe diferite trepte de organizare. Unii se prezintă sub formă monadoidă (de celule libere, mobile), alții sub formă cocoidă imobilă. Mai rar, se întâlnesc formele trihale (filamentoase) sau palmeloide. Datorită vieții parazitare pe care o au, unele dinoficee sunt modificate morfologic.

Pe baza nivelului de dezvoltare sau a tipului de organizare, la care au ajuns reprezentanții ei, această clasă cuprinde mai multe ordine: **Dinococcales**, **Dinotrichales**, **Gymnodiniales** și **Peridinales**. Ordinul **Dinococcales** cuprinde dinoficee cocoide, iar ordinul **Dinotrichales** forme filamentoase (Ionescu și Péterfi, 1981). ||

Ordinul Gymnodiniales

Acest ordin cuprinde dinoficee mobile, biflagelate, cu tal monadal. Celulele sunt acoperite de periplast, pe suprafața căruia se găsesc șanțurile cingulum și sulcus.

Dintre genurile acestui ordin menționăm *Gymnodinium* și *Noctiluca*.

La *Gymnodinium*, celulele sunt biflagelate și elipsoidale; șanțul longitudinal este situat în hipotecă și se prelungește în epitecă (epicon), după intersectare cu șanțul ecuatorial (Fig. 17).

Genul *Noctiluca* cuprinde o singură specie – *Noctiluca miliaris* – care se întâlnește în ape marine. Celulele de *Noctiluca miliaris* sunt mari (200 – 2 000 μm), sferice și fosforescente. Acestea sunt prevăzute cu un tentacul ventral, lung și contractil. Șanțul transversal nu este dezvoltat, iar șanțul longitudinal este scurt și este situat într-o fantă care se adâncește într-un citostom (Fig. 17). Celulele de *Noctiluca* prezintă un flagel longitudinal scurt (Ionescu și Péterfi, 1981).

Ordinul Peridinales

Acest ordin cuprinde dinoficee monadale, biflagelate, care au celulele acoperite cu o tecă celulozică formată din plăci prevăzute cu pori. Suprafața celulei poate fi netedă sau poate prezenta ornamentații (țepi, coarne etc.) caracteristice.

Dintre genurile acestui ordin menționăm *Peridinium*, *Ceratium* și *Gonyaulax* (Fig. 17). La *Peridinium*, celulele prezintă șanțul transversal plasat ecuatorial, pe suprafața tecii celulozice. La *Gonyaulax*, celulele au hipoteca prevăzută cu țepi puternici. La *Ceratium*, epiteca este prevăzută cu un corn, iar hipoteca are două coarne (la speciile marine) sau trei coarne (la speciile dulcicole). Dintre speciile comune acestui gen menționăm *Ceratium hirundinella* și *C. tripos* (Fig. 17).

Majoritatea speciilor din aceste genuri trăiesc în ape marine, iar câteva în ape dulci (Ionescu și Péterfi, 1981).

2.3.2.6. Mediul de viață

În general, dinofitele se găsesc în ape marine, unde participă la formarea fitoplanctonului. Unele dinofite se găsesc în ape dulci. În apele tropicale ale oceanelor, dinofitele reprezintă fitoplanctonul dominant. Acestea pot fi atât de numeroase, încât colorează apa în roșu – brunu, ceea ce se numește maree roșie. Această culoare roșie explică denumirea de Pyrrhophyta.

Mareele roșii produc probleme, în apele litorale ale oceanelor. Dar nu toate mareele roșii sunt cauzate de dinoflagelate și nu toate sunt toxice (Scagel și colab., 1984).

Toxinele formate de dinofite pot afecta animalele și oamenii. Otrăvirea oamenilor apare atunci când consumă scoici care au acumulat toxine de dinoflagelate (Scagel și colab., 1984).

2.3.2.7. Originea și evoluția

În stare fosilă, dinofitele datează din Precambrianul târziu (Tab. 3), cu 650 de milioane de ani în urmă și sunt reprezentate de celule închistate (Scagel și colab., 1984).

Ipotezele privind originea și evoluția dinofitelor se bazează pe studiul complex al reprezentanților actuali. Dinofitele prezintă caractere de asemănare cu celelalte cromofite, în ceea ce privește clorofila c și xantofilele.

Totuși, ele prezintă și caractere distinctive care se referă la starea nucleară de tip mezocariot, prezența peridininei și depozitarea amidonului.

Caracterele de asemănare și distinctive ale dinofitelor, comparativ cu celelalte alge, permit considerarea lor ca un grup vechi, care s-a desprins din trunchiul comun al cromofitelor (Tab. 3). Dinofitele au urmat o linie evolutivă distinctă, care constituie o linie închisă.

2.3.3. Încrengătura Chrysophyta

În încrengătura **Chrysophyta** (gr. chrysos = galben - auriu; phyton = plantă) sunt cuprinse algele galbene – aurii. Acestea sunt specii cosmopolite, care se întâlnesc în ape marine și salmastre. În literatură, sunt descrise circa 1 000 de specii de crizofite.

2.3.3.1. Morfologia talului

Crizofitele prezintă o mare diversitate morfologică. Astfel, la acestea există următoarele tipuri morfologice de tal: monadal, rizopodial, palmeloid, cocal, colonial, filamentos și parenchimatous (Fig. 14). Majoritatea crizofitelor au tal monadal sau colonial (Ionescu și Péterfi, 1981).

Cele mai evaluate crizofite prezintă taluri filamentoase simple sau ramificate, respectiv parenchimatose (*Phaeothamnion*, *Apistonema* etc.).

2.3.3.2. Structura celulară

Numeroase crizofite (monadale, rizopodiale, palmeloide) nu au perete celular. La exteriorul celulei se găsește membrana plasmatică denumită periplast. Astfel de celule se întâlnesc la *Ochromonas*, *Chromulina*, *Chrysamoeba* etc. (Fig. 18).

Unele crizofite prezintă învelișuri externe formate din scvame organice sau minerale care acoperă în întregime periplastul. Caracterele morfologice ale scvamelor diferă, în funcție de grupul taxonomic. Scvamele de siliciu apar exclusiv la crizofitele unicelulare și coloniale și formează adevărate armuri silicioase externe. În general, scvamele sunt imbricate și sunt deseori pleomorfe, chiar la același individ.

La *Synura*, scvamele apicale sunt prevăzute cu țepi rigizi, iar cele posterioare sunt simple. La *Mallomonas*, scvamele situate în jurul flagelului diferă ca formă de cele posterioare (Fig. 18).

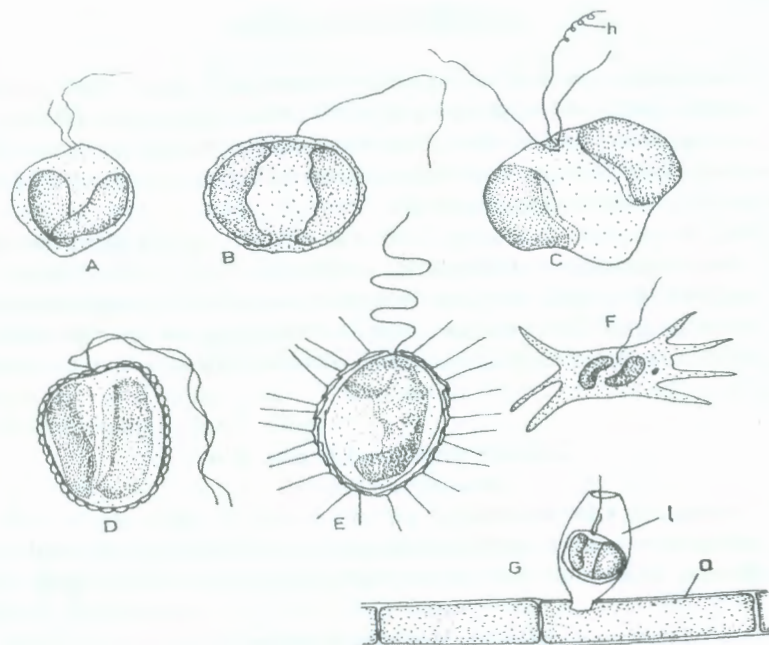


Fig. 18. Morfologia talului la Chrysophyta:

A. *Ochromonas*; B. *Chromulina*; C. *Chrysochromulina* cu haptone (h); D. *Hymenomonas*: coccolite, cu schelet extern calcaros; E. *Mallomonas* (celulă cu solzi și scvame); F. *Chrysamoeba* – formă amoeboidă cu flagel; G. celulă de *Epipyxis* cu lorică (l) atașată pe algă filamentoasă (a).

La unele genuri de crizofite, scvamele sunt prevăzute cu sete silicioase tubulare. La *Mallomonas*, setele sunt articulate în adânciturile specializate ale scvamelor (Fig. 19). Fiecare scvamă prezintă o singură setă mobilă (Ionescu și Péterfi, 1981).

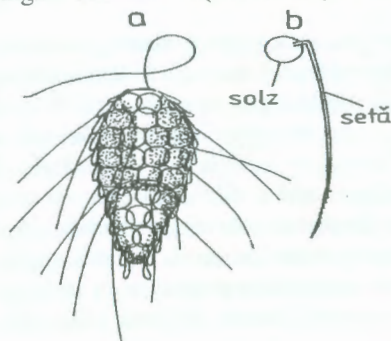


Fig. 19. Celulă de *Mallomonas*: a. aspect extern; b. solz cu setă.

Formarea scvamelor la crizofite este legată intim de activitatea unor organe celulare precum aparatul Golgi și reticulul endoplasmic. Caracterele morfologice (forma, mărimea etc.) ale scvamelor și modul de așezare au importanță taxonomică.

Numeroase crizofite au înveliș extern incomplet, în formă de butelie, clopot etc., cunoscut sub denumirea de lorică. De cele mai multe ori, protoplastul nu ocupă lorică în întregime, ci doar o porțiune mică din cavitatea acesteia. Structura loricii este diferită, în funcție de gen. Aceasta este microfibrilară și poate fi chitinoasă sau silicioasă. Crizofitele evolute au la suprafața celei un perete celular microfibrilar, de natură celulozică.

Crizofitele propriu-zise se remarcă, în general, prin doi flageli inegali, heteromorfi și heterodinamici, cu inserție subapicală. Flagelul orientat anterior este hirsut și este cunoscut sub denumirea de flagel pleuronematic. Flagelul orientat posterior este neted și este mai scurt. Acesta se termină bont sau într-un filament subțire și se numește flagel acronematic.

La crizofitele **Prymnesiophyceae**, celula posedă, pe lângă cei doi flageli netezi, o structură unică contractilă, filamentoasă sau masivă, numită haptone. Celulele de *Chrysochromulina* sunt prevăzute cu haptone (Fig. 18).

Din punct de vedere structural, haptone clasică este formată din 5 – 8 microtubuli, înconjurați cu trei membrane concentrice. Membrana externă este continuarea periplastului. Cele două membrane interne delimitează o cavitate cilindrică (haptoneală), care este continuarea stratului superficial de reticul endoplasmic (Ionescu și Péterfi, 1981).

Celulele vegetative ale crizofitelor monadale și coloniale, precum și zoosporii, prezintă, în general, câte o stigmă intraplastidială, situată între tilacoizi și învelișurile plastidiale.

La crizofite, cloroplastul prezintă lamele plastidiale lungi, alcătuite din câte trei tilacoizi. Lamelele străbat matricea plastidială, pe toată lungimea ei, paralel cu suprafața cloroplastului. La exterior, lamelele plastidiale sunt înconjurate, sub învelișul plastidial, de o lamelă circulară (de centură) formată din câțiva tilacoizi. La **Prymnesiophyceae**, lamela circulară lipsește (Ionescu și Péterfi, 1981).

De asemenea, în cloroplast se găsește o moleculă circulară de ADN. La majoritatea crizofitelor, plastidele nu prezintă pirenoid. Pigmenții asimilatori (Tab. 6) caracteristici crizofitelor sunt reprezentați de clorofila a și clorofila c, caroteni (α și β) și xantofile precum fucoxantina, diatoxantina și diadinoxantina (Sitte și colab., 1998). Dintre xantofile, fucoxantina poate ajunge la 74% din cantitatea totală de pigmenți și maschează culoarea clorofilelor.

Crizofitele sunt uninucleate. La acestea, nucleul conține un singur nucleol (Ionescu și Péterfi, 1981). Legătura funcțională între nucleu și cloroplast este realizată de reticulul endoplasmic.

2.3.3.3. Nutriția

În funcție de modul de nutriție, se diferențiază crizofite autotrofe și crizofite heterotrofe. Deseori, crizofitele sunt mixotrofe.

Crizofitele fotoautotrofe sintetizează **crizolaminarină**, ca principal produs de rezervă. De asemenea, la crizofite s-au evidențiat **paramilon, manitol, sterol** etc. ca produși de rezervă (Ionescu și Péterfi, 1981). Produsul de rezervă este depozitat înafara cloroplastului, în partea posterioară a celulei sau legat de pirenoid.

2.3.3.4. Înmulțirea

Crizofitele prezintă diferite tipuri de înmulțire: vegetativă, asexuată și sexuată.

Înmulțirea vegetativă se realizează prin diviziunea celulei la formele unicelulare și prin fragmentarea talului la cele pluricelulare. La crizofitele unicelulare loricate, doar protoplastul se divide. Dintre celulele fiice, formate prin diviziune, numai una părăsește lorică și secretă o nouă lorică.

Înmulțirea asexuată se realizează prin spori asexuați specializați denumiți **zoospori**. Zoosporii pot fi biflagelați (tip *Ochromonas*) sau cu un singur flagel vizibil (tip *Chromulina*).

Înmulțirea sexuată la crizofite se realizează prin **izogamie**. Acest tip de înmulțire a fost observat frecvent, la crizofitele **loricate**. În toate cazurile, se unesc două celule vegetative mobile care se comportă ca izogameți. Loricile se prind cu deschiderile lor "gură la gură". Fiecare monadă își părăsește lorică. Apoi, cele două monade fuzionează și formează un zigot sferic care se transformă în **statospor**. Peretele statosporului devine silicificat, cu excepția unei mici deschizături care prezintă un căpăcel alcătuit din siliciu și substanțe polizaharidice. În condiții favorabile, statosporul germinează și produce una sau două celule mobile sau zoospori, care ies prin por după dizolvarea căpăcelului (Scagel și colab., 1984). Crizofitele sunt **alge haplobionte**, la care numai zigotul este diploid (Ionescu și Péterfi, 1981).

2.3.3.5. Clasificarea

În funcție de caracterele morfologice, citologice și biochimice, încrângătura **Chrysophyta** cuprinde trei clase, dintre care menționăm **Chrysophyceae** și **Prymnesiophyceae**.

2.3.3.5.1. Clasa Chrysophyceae

Această clasă cuprinde alge galbene - aurii care au tal variat. Crizoficeele mobile sunt prevăzute cu flageli (1 sau 2) heteromorfi. Aceste specii formează statospori, în ciclul de dezvoltare. Majoritatea speciilor (850 specii) sunt autotrofe; circa 150 de specii sunt heterotrofe. Produsul de rezervă este reprezentat de crizolaminarină și ulei. În această clasă sunt cuprinse mai multe ordine, precum: **Ocnomonadales**, **Chrysocapsales** și **Phaeothamniales**.

Ordinul Ochromonadales

Acest ordin cuprinde specii monadale și specii coloniale libere sau fixate pe substrat. Învelișul celular este diferit și este reprezentat de periplast, lorică sau scvame. De regulă, celulele sunt biflagelate. Dintre genurile caracteristice acestui ordin menționăm *Ochromonas*, *Chromulina*, *Dinobryon*, *Synura*, *Mallomonas* etc.

La *Ochromonas* (Fig. 18), talul este unicelular, este acoperit cu periplast și este prevăzut cu doi flageli inegali. Celulele conțin 1 - 2 cloroplaste, prevăzute, de obicei, cu stigmă.

La *Dinobryon*, coloniile sunt dendroide (Fig. 20) și sunt alcătuite din celule care prezintă lorică incoloră în formă de pâlnie sau cilindrică cu baza conică. Protoplastul celular este fusiform, biflagelat, cu două cloroplaste și stigmă. După diviziune, una din celulele fiice părăsește lorică, se fixează de marginea loricii mamă și secretă un nou perete celular.



Fig. 20. Morfologia și structura talului la Chrysophyta: A. colonie mobilă de *Synura*; B. colonie de *Dinobryon*; C. tal palmeloid (capsal) de *Hydrurus*: a. aspect macroscopic; b. aspect microscopic; c. zoospor; D. *Phaeothamnion*: a. tal filamentos; b. zoospor; c. stadiu palmeloid.

Ordinul Chrysocapsales

Acest ordin cuprinde crizoficee cu tal palmeloid (capsal), de mărimi variate (microscopice și macroscopice). Celulele talului sunt înglobate în mase gelatinoase. Înmulțirea se realizează prin fragmentarea talului, diviziunea celulelor și eliberarea de zoospori (uniflagelați sau biflagelați) caracteristici.

La *Hydrurus foetidus* (Fig. 20), talul palmeloid este macroscopic, bogat ramificat, cu creștere apicală, iar zoosporii sunt tetraedrici și uniflagelați (Sitte și colab., 1998).

Ordinul Chrysotrichales

În ordinul **Chrysotrichales** (syn. **Phaeothamniales**) sunt cuprinse crizoficee cu tal filamentos, simplu sau ramificat, liber sau fixat. Unele alge formează taluri masive sau cruste parenchimatoase, strâns lipite de substrat.

La *Phaeothamnion borzianum* (Fig. 20), talul este filamentos, ramificat și unistratificat. Zoosporii sunt biflagelați de tip *Ochromonas*. În anumite condiții, se formează stadiul palmeloid (Sitte și colab., 1998).

2.3.3.5.2. Clasa Prymnesiophyceae

Această clasă cuprinde, mai ales, crizofite unicelulare. Unele specii au tal filamentos. Se cunosc doar 60 de genuri cu circa 200 de specii. Crizofitele **Prymnesiophyceae** se deosebesc de **Chrysophyceae** prin anumite caracteristici structurale ale celulei și prin particularitățile ciclului de dezvoltare ontogenetică.

S-a constatat că multe **Prymnesiophyceae** prezintă o alternanță de stadii mobile și imobile, în ciclul biologic.

În general, celulele mobile nu prezintă pereți celulari, dar au solzi organici și/sau carbonat de calciu. Solzii din CaCO_3 se numesc **cocoliți**. Structura celulară este similară cu cea de la **Chrysophyceae**. O mare diferență este **haptonema** care este situată apical (Scagel și colab., 1984). Dintre reprezentanții acestei clase menționăm *Hymenomonas* și *Chrysochromulina* (Fig. 18). Celulele de *Hymenomonas* prezintă cocoliți, iar cele de *Chrysochromulina* sunt amoeboide.

La **Prymnesiophyceae**, celulele mobile au doar flageli netezi. Cei doi flageli sunt egali ca lungime și sunt inserați apical sau subapical (Sitte și colab., 1998).

Crizofitele **Prymnesiophyceae** sunt frecvente, în ape marine tropicale și subtropicale.

2.3.3.6. Originea și evoluția

Anumite crizofite, de tipul cocolitelor, au fost identificate din **Jurassic** (Tab. 3).

Ipotezele privind originea și evoluția crizofitelor se bazează pe studiul complex al reprezentanților actuali.

Se consideră că algele crizofite au origine comună cu diatomeele și feofitele, datorită structurii celulare asemănătoare, prezenței clorofilei c, xantofilelor comune și produsului de depozitare reprezentat de crizolaminarină.

Crizofitele au strămoș heterocont necunoscut. Cele mai primitive forme actuale sunt **Ochromonadalele**. Aceste forme au constituit, probabil, strămoșii grupelor mai evoluate de **Crizofite**. Studiul crizofitelor actuale a evidențiat trei linii evolutive care corespund celor trei clase.

Se consideră că din crizofitele rizopodiale și plasmodiale străvechi ar fi putut deriva mixomicetele și alte ciuperci inferioare (Scagel și colab., 1984).

Caracterele de asemănare ale crizofitelor cu celelalte alge protiste permit considerarea lor ca un grup vechi care s-a desprins din trunchiul comun al cromofitelor.

2.3.4. Încrengătura Xanthophyta

În încrengătura **Xanthophyta** (gr. xanthos = galben; phyton = plantă) sunt cuprinse algele galbene-verzui, care sunt cunoscute și sub denumirea de **Heterokontae** (gr. heteros = diferit; kontos = prelungire). Acestea cuprind circa 575 de specii grupate în 120 de genuri (Scagel și colab., 1984).

2.3.4.1. Morfologia talului

Algele galbene-verzui prezintă diversitate morfologică mare. La aceste alge, se întâlnesc următoarele tipuri de tal: monadal, rizopodial (amoeboidal), plasmodial, cocal, capsal, bifonal și filamentos (trihal). Xantofitele rizopodiale cuprind reprezentanți în formă de plasmodiu și reprezentanți amoeboidali (Scagel și colab., 1984).

În general, algele galbene-verzui sunt unicelulare și imobile. Puține specii de xantofite prezintă mobilitate, în stadiul vegetativ. Acestea se deplasează cu ajutorul flagelilor, prin mișcări amoeboidale sau o combinație a acestora. Cele mai simple xantofite sunt flagelate fără perete celular. De aceea, celulele mobile sunt zoospori sau gameți, de obicei cu doi flageli inegali, inserați anterior. Un flagel este scurt, iar cel lung este direcționat anterior.

2.3.4.2. Structura celulară

Celulele algelor galbene-verzui prezintă asemănări cu ale altor celule alge eucariote. Peretele celular este format din celuloză și substanțe pectice. În cazul multor specii, peretele celular este impregnat cu siliciu. La unele alge, pereții celulari sunt acoperiți cu un strat amorf calcaros produs prin excreția protoplasmei. Acest caz este tipic la *Botrydium granulatum* (Fig. 21).

Citoplasma conține una sau mai multe cloroplaste de formă discoidală. Cloroplastele sunt verzi sau galbene-verzui și sunt situate periferic, în citoplasmă. Pigmenții asimilatori caracteristici xantofitelor (Tab. 6) sunt reprezentați de clorofila a și clorofila c, β -caroten și xantofile precum diadinoxantină, diatoxantină, heteroxantină și

vaucherixantină (Sitte și colab., 1998). În unele cazuri, pigmentii carotenoizi maschează clorofilele (Péterfi, 1995).

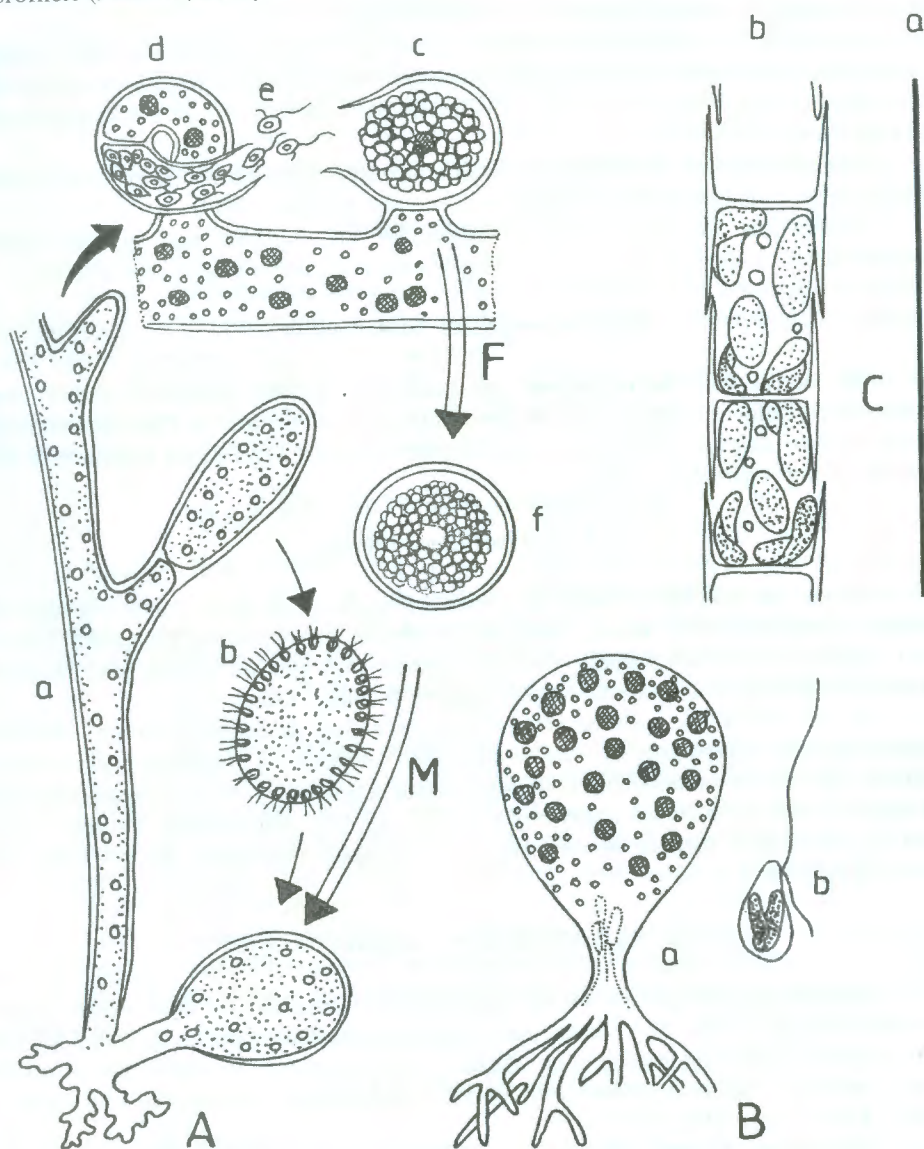


Fig. 21. Morfologia talului și înmulțirea la Xanthophyta: A. tal sifonal de Vaucheria: a. sifonoplast; b. zoospor; c. oogon; d. anteridie; e. anterozoizi; f. oospor; B. tal de Botrydium: a. sifonoplast; b. zoospor; C. Tribonema: a. aspect macroscopic; b. aspect microscopic; M. diviziune meiotică (reducțională); F. fecundație.

Cloroplastele sunt alcătuite din benzi de trei tilacoizi asociați, dar care sunt nefuzionați. Pirenoizii pot fi prezenți sau pot lipsi. Când sunt prezenți în cloroplast, pirenoizii sunt traversați întotdeauna de tilacoizi. Când se găsesc în citoplasmă, pirenoizii sunt asociați cu produsul fotosintetic de depozitare (Scagel și colab., 1984).

În general, când sunt tinere, celulele sunt uninucleate, deși la maturitate, pot deveni plurinucleate (Scagel și colab., 1984).

Reticulul endoplasmic este continuu de la membrana nucleară externă la cloroplast. Acest sistem apare și la alte alge: Chrysophyta, Phaeophyta (Scagel și colab., 1984).

2.3.4.3. Nutriția

Xantofitele cuprind specii autotrofe și specii heterotrofe. Speciile autotrofe sunt fotosintetice și sintetizează ca produs de rezervă **crizolaminarina** care este depozitat totdeauna înafara cloroplastului. Unele xantofite sunt parazite pe alte plante. Așa sunt algele **Phyllosiphonaceae** din ordinul **Botrydiales** (Péterfi și Ionescu, 1979).

2.3.4.4. Înmulțirea

Algele galbene-verzui prezintă diferite tipuri de înmulțire: vegetativă, asexuată și sexuată.

Înmulțirea vegetativă se realizează prin fragmentarea celulei la algele unicelulare și prin fragmentarea talului la cele pluricelulare.

Înmulțirea asexuată se realizează prin formarea de spori asexuați (zoospori, aplanospori) specializați. Sporii asexuați se formează câte unul sau mulți într-o celulă. În general, zoosporii au simetrie bilaterală și conțin câte două cloroplaste, în poziție dorsoventrală. Lângă baza flagelului scurt, există o umflătură asociată cu stigma. Unele specii formează statospori similari cu cei de la Chrysophyceae. La anumite specii, întreaga celulă, inclusiv peretele celular, este învelită de un perete gros și formează achinetul.

Înmulțirea sexuată se realizează prin **izogamie** și **oogamie**. Înmulțirea sexuată nu este comună, la aceste alge. Algele galbene-verzui sunt **haplobionte**. Faza haploidă este predominantă, iar faza diploidă este redusă la zigot (Scagel și colab., 1984).

2.3.4.5. Clasificarea

Pe baza caracterelor (morfologice, fiziologice, biochimice etc.) pe care le prezintă, algele galbene-verzui sunt grupate în clasa **Xanthophyceae** care cuprinde mai multe ordine: **Rhizochloridales**, **Tribonemales**, **Botrydiales** etc.

Ordinul Rhizochloridales

Acest ordin cuprinde alge unicelulare și alge plasmodiale. Algele unicelulare sunt mobile, nude (fără perete celular) și uninucleate. Genurile caracteristice sunt Rhizochloris și Mixochloris.

La *Rhizochloris*, talul este unicelular și conține cloroplaste (2-10) discoidale, galbene-verzui (Péterfi și Ionescu, 1979).

La *Mixochloris*, talul este plasmodial. Acest gen cuprinde o singură specie: *Mixochloris sphagnicola* se găsește în celulele acvifere de *Sphagnum* (Péterfi și Ionescu, 1979).

Ordinul Tribonemales

Acest ordin cuprinde alge filamentoză și neramificate. Cel mai caracteristic gen este *Tribonema*. Acesta cuprinde alge care au filamentele izolate sau grupate în fascicule. Inițial, algele sunt fixate pe substrat, iar după moartea celulei bazale devin libere (Péterfi și Ionescu, 1979).

Celulele talului sunt cilindrice sau în formă de butoiș și au îngroșări caracteristice, de forma literei H, pe pereții celulari. Cloroplastele sunt în formă de jgheab sau panglică, iar nucleul este unic (Fig. 21).

În celulele vegetative se formează unul sau doi zoospori piriformi sau ovoizi, cu flagelație tipică algelor galbene-verzui. Zoosporii înoată și apoi se fixează pe substrat și formează o celulă bazală alungită. Reproducerea sexuală se realizează prin izogamie. Zigotul reprezintă un stadiu dormant, iar meioza apare în timpul germinării lui (Scagel și colab., 1984).

Speciile de *Tribonema* se întâlnesc în ape dulcicole reci (aprox. 12 °C), de obicei primăvara, ca mase plutitoare (Péterfi și Ionescu, 1979).

Ordinul Botrydiales

Acest ordin cuprinde alge cu tal sifonal (cenoplast, cenocit), de formă diferită, plurinucleat și fixat pe substrat.

La *Botrydium*, talul se prezintă sub formă de vezicule fixate de substrat cu rizoizi. *Botrydium granatum* prezintă o parte supraterană și o parte subterană (Fig. 21). Partea supraterană (superioară) a talului este în formă de vezică piriformă, cu numeroase cloroplaste, iar partea subterană este hialină, este bogat ramificată și are rol în fixare pe sol. Înmulțirea asexuată se realizează prin zoospori, iar cea sexuală prin izogamie. Această specie se întâlnește pe sol umed, în jurul lacurilor cu apă dulce.

La *Vaucheria*, talul este un sifonoplast sub formă de filamente ramificate, plurinucleat și cu numeroase cloroplaste. Înmulțirea asexuată a acestor specii se realizează prin zoospori, iar cea sexuală prin oogamie (Fig. 21).

Speciile de *Vaucheria* formează zoospori mari, pluriflagelați și plurinucleați, la capătul unor ramificații ale talului. Zoosporii se separă de restul talului, printr-un perete transversal. Fiecare nucleu al zoosporului este asociat cu o pereche de flageli inegali. După separare, de talul pe care s-a format, zoosporul înoată liber câteva ore, după care se fixează pe substrat și formează un nou sifonoplast (cenoplast, cenocit). Talul sifonal format este mai îngust decât zoosporul și se recunoaște ușor originea algei noi (Scagel și colab., 1984).

Ramificațiile laterale ale talului formează la vârful lor anteridii și oogoane. Anteridiile sunt separate de filamentul principal printr-un perete transversal și conțin mai mulți nuclei și un număr redus de cloroplaste discoidale.

La maturitate, anteridia are forma unui cârlig. Aceasta formează numeroși anterozoizi mici, uninucleați, cu doi flageli inegali care sunt eliberați în mediul extern, printr-un orificiu apical.

Oogoaanele au formă de sac și sunt situate foarte aproape de anteridii. Protoplasma acestora este incoloră și conține un număr mare de nuclei. Când ajung la maturitate, oogoaanele se separă de filamentul principal printr-un perete transversal și au un singur nucleu, deoarece ceilalți degenerază. La vârful oogonului se formează un por prin care vor pătrunde anterozoizii. Dintre aceștia numai unul va fuziona cu oosfera. Zigotul format va secreta la suprafața sa un înveliș gros și stratificat (Péterfi și Ionescu, 1979).

Zigotul germinează, în condiții favorabile de mediu (lumină, temperatură, umiditate). Se consideră că meioza se produce în timpul germinării zigotului, iar din cei patru nuclei (n) supraviețuiește numai unul singur (Scagel și colab., 1984).

Speciile de *Vaucheria* se găsesc pe sol umed, pe pământul ghivecelor cu flori din seră, pe marginile uscate ale lacurilor cu apă dulce. O specie comună este *Vaucheria sessilis* (Fig. 21). Unele specii de *Vaucheria* colonizează mlaștinile.

2.3.4.6. Mediul de viață

Aceste alge se întâlnesc predominant în ape și în sol. Majoritatea speciilor sunt imobile și de dimensiuni mici (Scagel și colab., 1984).

2.3.4.7. Originea și evoluția

Algele galbene-verzui nu se cunosc în stare fosilă. Xantofitele prezintă caractere de asemănare cu celelalte cromofite, precum crizofitele, dinofitele și feofitele. Aceste caractere se referă la clorofila c, xantofile și produsul de depozitare denumit crizolaminarină.

Caracterele comune cu celelalte protiste permit considerarea xantofitelor ca un grup vechi, desprins din trunchiul comun al cromofitelor, care a urmat o linie evolutivă distinctă și închisă (Tab. 3).

2.3.5. Încrângătura Bacillariophyta

În încrângătura *Bacillariophyta* (gr. bacilla = nuiele; rio = golf; phyton = plantă) sunt cuprinse alge actuale și fosile, cunoscute sub denumirea de *Diatomeae* (gr. dia = două; temnein = a tăia). Din cele 10 000 de diatomee descrise, 5 600 de specii sunt actuale și sunt grupate în circa 200 de genuri (Sitte și colab., 1998).

2.3.5.1. Morfologia talului

Celulele diatomeelor pot fi solitare sau grupate în colonii. Celula vegetativă este imobilă și se prezintă sub formă de cutiuță, cu pereții celulari silicificați. Singurul stadiu flagelat din ciclul de viață al diatomeelor este reprezentat de unii gameți bărbătești, care sunt uniflagelați (Raven și colab., 1992).

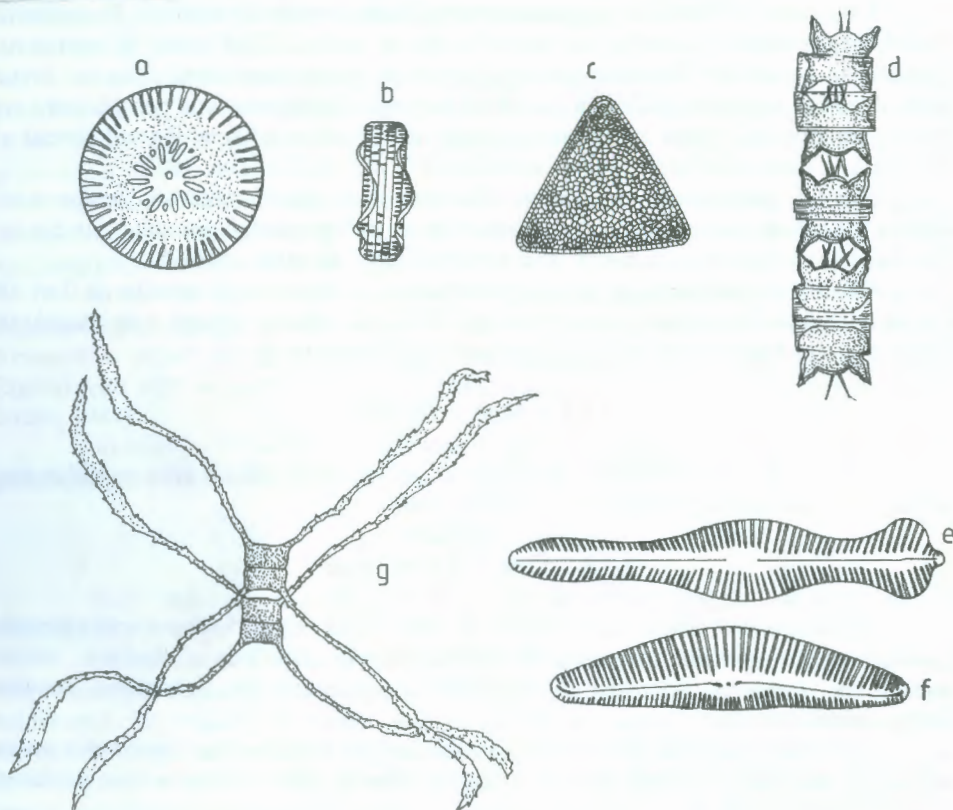


Fig. 22. Morfologia talului la Bacillariophyta (Diatomeae):

a. *Coscinodiscus*: aspect valvar; b. *Coscinodiscus*: aspect pleural; c. *Triceratium*: aspect valvar; d. celule de *Biddulphia*; e. *Gomphonema*: aspect valvar; f. *Cymbella*: aspect valvar; g. celule de *Chaeratocheras*.

Forma celulelor este diferită (Fig. 22) și are importanță taxonomică. Peretele celular al diatomeelor este denumit **frustulă** (tecă) și este format din două jumătăți – **epitecă și hipotecă** – care se îmbină ca două capace ale unei cutii. Cel puțin 95% din peretele celular este alcătuit din oxid de siliciu hidratat ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), care este dispus într-o ramă organică necelulozică. Modul de dispunere a oxidului de siliciu este un caracter de specie, deși factorii de mediu pot afecta cantitatea depusă (Scagel și colab., 1984).

Cele două jumătăți ale frustulei prezintă o suprafață mai mult sau mai puțin plată denumită **valvă** și o margine curbată denumită **pleură** (Fig. 23) care este prevăzută cu un **inel conectiv**. Epiteca se îmbină cu hipoteca prin marginea inelelor conectivale.

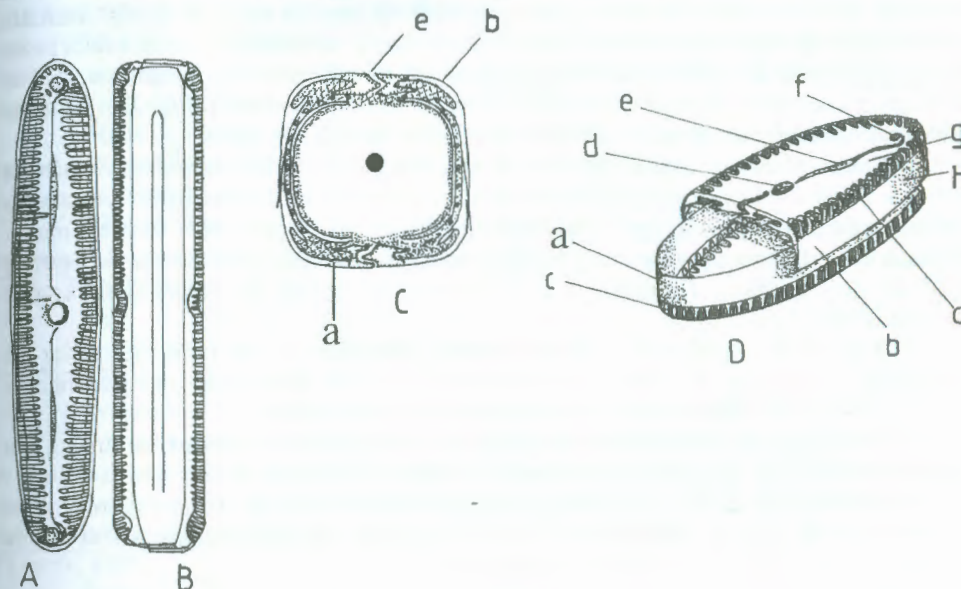


Fig. 23. Morfologia celulei la Pinnularia:

A. aspect valvar; B. aspect pleural; C. celulă secționată transversal; D. componentele învelișului extern: a. hipotecă; b. epitecă; c. striuri (ornamentații); d. nodul central; e. rafă; f. nodul terminal; g. valvă; h. pleură.

Datorită dispunerii inegale a oxidului de siliciu, frustula conține pe suprafața sa **ornamentații** caracteristice, precum orificii, puncte, coaste, striuri, areole etc. Orificiile (deschiderile mici) de pe suprafața valvei se prezintă sub formă de puncte. Cele mai frecvente ornamentații ale frustulei sunt striurile care sunt alcătuite din puncte dispuse compact.

La unele diatomee, există ornamentații denumite coaste care reprezintă îngroșări (cutări) liniare, ale peretelui celular, situate pe valvele frustulei.

La diatomee, în peretele frustulei, există cavități relativ mari, sferice sau poligonale, denumite areole. Peretele areolei este de regulă perforat de pori (orificii) dispuși pe suprafața valvei și care asigură comunicarea citoplasmei celulare cu mediul extern (Ionescu și Péterfi, 1981).

Ornamentațiile frustulei sunt dispuse pe valvă radiar (la **Centrales**) sau penat (la **Pennales**).

O particularitate esențială a structurii valvelor este constanța numărului de ornamentații pe unitatea liniară de 10 μm . Datorită acestui fapt, unele specii (*Pleurosigma*

elongatum, *Pleurosigma angulatum* etc.) de diatomee sunt folosite la verificarea calității lentilelor microscopice (Ionescu și Péterfi, 1981).

Comunicarea protoplastului celular cu mediul extern este amplificată la diatomeele **Pennales**, prin prezența rafei pe suprafața valvei. **Rafa** este un canal nesilicifiat care are formă diferită (dreaptă, sinuoasă etc.), în funcție de grupul taxonomic. O parte a rafei poate conține citoplasmă învelită de membrana plasmatică. La capetele rafei, se găsește câte un nodul polar (terminal); la mijloc, rafa este întreruptă de nodul central (Fig. 23). La unele diatomee **Pennales**, rafa lipsește. În locul rafei, există o arie axială netedă.

Dintre diatomee, numai cele care au răfă execută mișcări de propulsie. Se pare că în mișcare sunt implicați curenții citoplasmatici din sistemul rafei și oscilațiile proteinelor protoplasmatică fibrilare din interiorul celulelor (Scagel și colab., 1984). Valvele multor diatomee prezintă diferite excrescențe (coarne, peri, ace, plăci etc.) care servesc fie pentru a mări suprafața frustulei, fie pentru fixarea celulelor învecinate în colonii (Ionescu și Péterfi, 1981).

Caracterele morfologice (formă, mărime, ornamentații etc.) ale frustulelor au importanță taxonomică. În funcție de forma pe care o au, diatomeele prezintă simetrie radiară (actinomorfa), bilaterală (zigomorfa) sau sunt asimetrice.

La diatomeele **Pennales** și la o serie de reprezentanți **Centrales**, se disting trei planuri fundamentale (longitudinal sau sagital, transversal și valvar) de simetrie.

Multe specii de diatomee formează colonii prin diviziuni succesive, pornind de la o celulă inițială. Unirea celulelor în colonii se produce fie prin mucilagiul secretat de citoplasmă, fie prin intermediul excrescențelor frustulei.

2.3.5.2. Structura celulară

Diatomeele au celule eucariote tipice, formate din membrană citoplasmatică, citoplasmă și nucleu. La suprafața celei, se găsește peretele celular denumit **frustulă**. Membrana citoplasmatică se găsește sub frustulă și pătrunde în cavitățile interioare ale acesteia. În citoplasmă se găsesc organele celulare specifice algelor eucariote (Tab. 1).

Cloroplastele sunt așezate în stratul periferic al citoplasmei și au formă, dimensiuni și număr variabile. Culoarea cloroplastelor este galbenă-aurie, brună sau brună-verzuie. Pigmenții asimilatori caracteristici sunt reprezentați de **clorofila a** și **clorofila c**, **caroteni** (α și β) și **xantofile** (fucoxantină, diatoxantină și diadinoxantină). Proporțiile în care se găsesc pigmenții asimilatori sunt variabile, în funcție de specie (Sitte și colab., 1998).

Stroma cloroplastelor este străbătută de lamele plastidiale din câte trei tilacoizi. Sub învelișul cloroplastului, se găsește o lamelă de centură alcătuită din trei tilacoizi. La unele specii de diatomee penate, cloroplastele posedă pirenoizi interni traversați de 1-2 tilacoizi (Ionescu și Péterfi, 1981).

Nucleul celular este situat central și conține mai mulți nucleoli. În nucleu se găsesc filamente de cromatină dispuse în rețea. Celulele vegetative ale diatomeelor sunt **diploide** (Scagel și colab., 1984).

2.3.5.3. Nutriția

În funcție de modul de nutriție, se diferențiază diatomee autotrofe și diatomee heterotrofe (facultative sau obligate). Unele specii sunt mixotrofe.

Majoritatea diatomeelor sunt autotrofe și realizează procesul de fotosinteză. Acestea au produși de rezervă precum **crizolaminarină**, **grăsimi** și **uleiuri** care sunt depozitați extraplastidial, în citoplasmă.

Multe diatomee pot deveni heterotrofe și se hrănesc cu substanțe organice din mediul de viață. Puține specii de diatomee sunt heterotrofe obligate. Acestea nu au clorofilă și nu realizează fotosinteză.

Anumite diatomee, cărora le lipsește frustula caracteristică, trăiesc ca simbiote cu protozoare marine mari (ordinul **Foraminifera**) și oferă carbon organic gazdelor (Raven și colab., 1992).

2.3.5.4. Înmulțirea

Diatomeele se înmulțesc pe cale vegetativă și pe cale sexuală.

Înmulțirea vegetativă este calea principală de multiplicare a diatomeelor. Aceasta se realizează prin diviziunea binară a celei. Fiecare celulă se împarte în două, în decursul unui interval scurt de timp, de la câteva ore până la câteva zile. Intervalul de timp variază în funcție de specie, de starea fiziologică a celei și de factorii de mediu (Ionescu și Péterfi, 1981).

Înainte de diviziune, volumul citoplasmei crește și presează asupra epitecii și hipotecii. Acestea se dislocă și rămân unite doar prin marginile externe ale inelului conectiv. După ce începe diviziunea mitotică a nucleului ($2n$), se produce și separarea în două părți a masei citoplasmatică. Separarea masei citoplasmatică se produce în plan paralel cu valvele, de la poli către centrul celei. Suprafețele celor două mase citoplasmatică se acoperă de-a lungul planului de diviziune cu o valvă silicioasă, care se formează de la centru spre poli. După ce atinge marginile frustulei materne, valva nouă se curbează și ia naștere pleura și apoi inelul conectiv. Când noile valve sunt formate definitiv, epiteca și hipoteca celei materne se desprind și se pun în libertate celulele fiice. Epiteca și hipoteca celei materne sunt preluate de cele două celule fiice. Atât epiteca cât și hipoteca celei materne, devin epitecă la noile celule (Fig. 24).

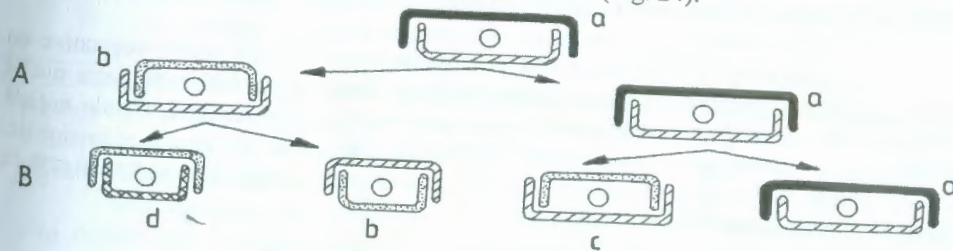


Fig. 24. Înmulțirea vegetativă la **Bacillariophyta**: A. prima generație; B. a doua generație: a, b, c și d. celule vegetative.

Generațiile de urmași care moștenesc hipotecile materne devin din ce în ce mai mici. Diviziunile repetate produc astfel reduceri considerabile, în dimensiunile indivizilor (Ionescu și Péterfi, 1981).

Refacerea dimensiunilor naturale ale speciilor, în urma numeroaselor diviziuni vegetative, se realizează prin intermediul auxosporilor. Auxosporii sunt celule fără frustule care au însușirea de a crește până ajung la dimensiunile inițiale caracteristice speciei. Procesul prin care se formează auxospori este denumit **auxosporulare**. După ce au crescut, auxosporii formează frustule (Fig. 25) și devin celule vegetative ($2n$). Auxosporii se formează direct din celule vegetative de dimensiuni mici sau în urma înmulțirii sexuate.

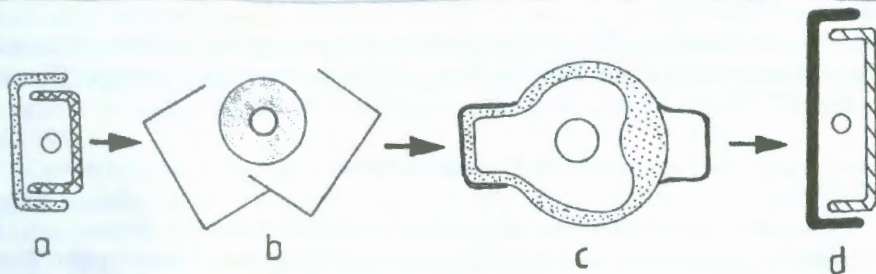


Fig. 25. Auxosporularea celulelor vegetative la **Bacillariophyta**:

a. celulă vegetativă; b. îndepărtarea frustulelor; c. auxospor; d. celulă vegetativă formată prin auxosporulare.

Înmulțirea sexuată la diatomee se realizează prin **izogamie**, **anizogamie** și **oogamie**. Detaliile înmulțirii sexuate au fost studiate doar la câteva diatomee (Scagel și colab., 1984).

Înmulțirea sexuată prin izogamie și respectiv anizogamie se realizează cu participarea a două celule vegetative cu potențe sexuale diferite, care vor produce gameți neflagelați. Două celule vegetative se apropie și se acoperă cu un strat mucilaginos comun. După aceea, celulele își desfac frustulele. Nucleii ($2n$) se divid și rezultă câte 4 nuclei haploizi, dintre care numai doi sunt mai mari și sunt funcționali. În urma diviziunii, fiecare celulă formează câte doi izogameți activi (n). Un gamet (bărbătesc) din fiecare celulă trece la cealaltă celulă. În acest fel, se produce schimbul de material genetic între celule. Apoi, gameții fuzionează doi câte doi și se formează doi zigoti care generează auxospori (Fig. 26).

Oogamia (Fig. 27) se realizează prin participarea a două celule vegetative cu potențe sexuale diferite. Celula inițială femeiască se divide și se formează patru nuclei dintre care numai unul este funcțional. Acesta va deveni nucleul oosferei. Celula inițială bărbătescă formează patru anterozoizi uniflagelați, în urma diviziunii reducționale. Gametul bărbătesc fecundază oosfera și astfel se formează zigotul care se transformă în auxospor (Ionescu și Péterfi, 1981).

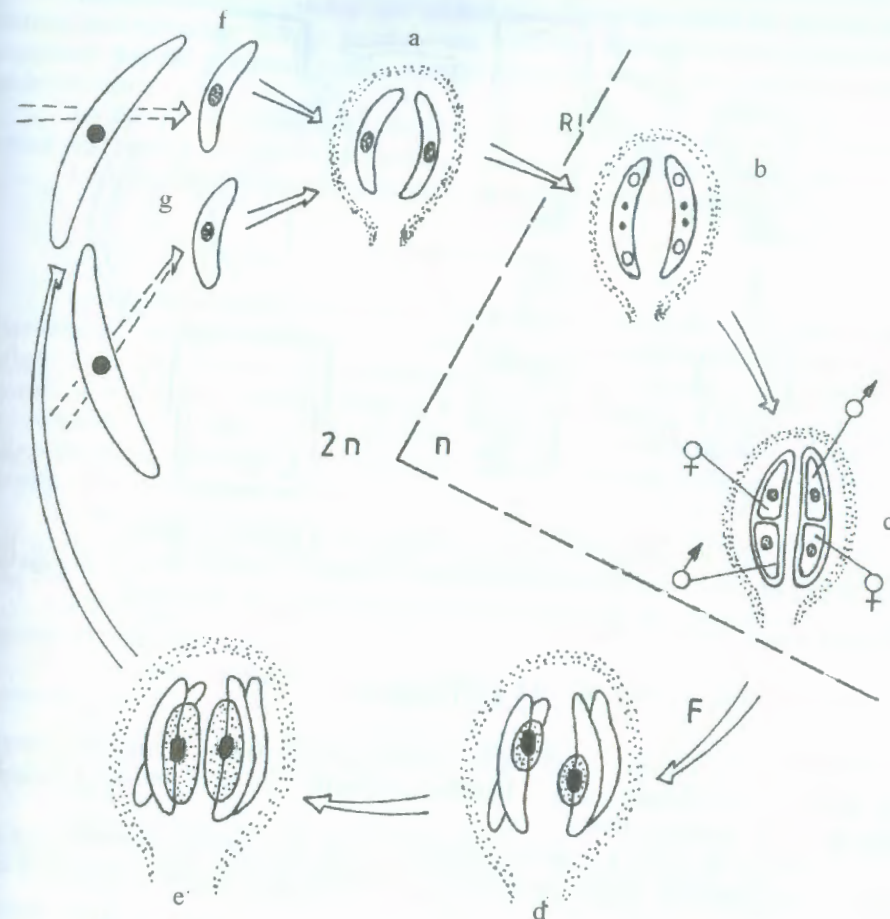


Fig. 26. Înmulțirea sexuată prin izogamie la **Bacillariophyta**:

a. celule vegetative diploide acoperite de mucilagiu; b. celule vegetative cu nuclei (n) fertili și sterili; c. schimbul de gameți între celule; d. zigoti; e. auxospori; f și g. celule vegetative formate; R!, diviziune reducțională (meiotică); F, fecundație.

Diatomeele formează și ciști sau celule dormante. Acestea sunt mai mici decât celulele care le formează și au pereți îngroșați. Forma acestor celule este diferită de cea a celulelor parentale. Se consideră că formarea celulelor dormante nu implică înmulțirea sexuată (Scagel și colab., 1984).

Spre deosebire de multe alge, celulele vegetative ale diatomeelor sunt diploide ($2n$). Aceste alge au ciclul de dezvoltare monogenetic diplofazic (Scagel și colab., 1984).

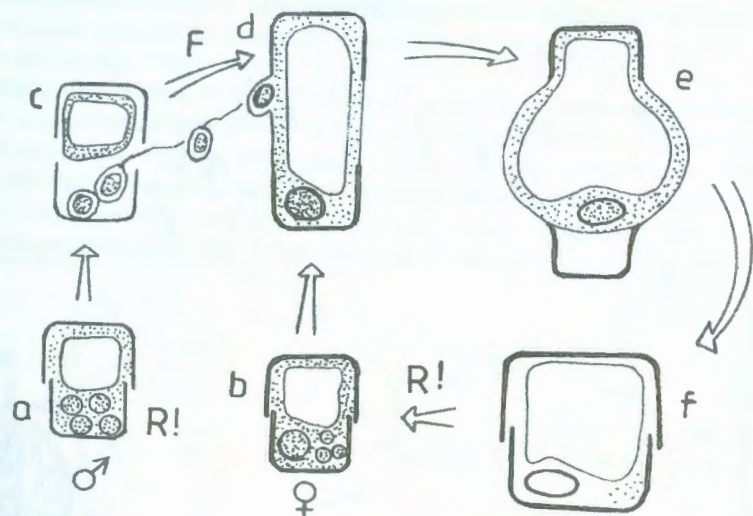


Fig. 27. Înmulțirea sexuală prin oogamie la **Bacillariophyta**: a și c. celulă cu gameți bărbătești; b și d. celulă cu oosferă; e. auxospor; f. celulă vegetativă formată; R!. diviziune reduțională (meiotică); F. fecundație.

2.3.5.5. Clasificarea

Pe baza caracterelor (morfologice, fiziologice etc.) pe care le prezintă, diatomeele sunt grupate într-o singură clasă – **Bacillariophyceae** – cu două ordine: **Centrales** și **Pennales** (Sitte și colab., 1998).

Diatomeele centrice și penate sunt separate pe baza formei, ornamentațiilor de pe pereții celulari, simetriei celulei, numărului de cloroplaste și mobilității (Scagel și colab., 1984).

Ordinul Centrales

Acest ordin cuprinde diatomeele cu simetrie radiară (Fig. 22). Celulele sunt solitare sau sunt unite în colonii. Pe suprafața valvei există ornamentații caracteristice (areole, puncte sau striuri) dispuse radial sau concentric. Celula are numeroase cloroplaste rotunde ori unul sau mai multe cloroplaste lamelare. Înmulțirea sexuală se realizează prin ogamie. Morfologia celulelor și ornamentațiile frustulei sunt importante, pentru identificarea speciilor.

Dintre genurile caracteristice acestui ordin menționăm *Coscinodiscus*, *Cyclotella*, *Biddulphia* și *Triceratium* (Fig. 22).

La *Cyclotella*, celulele au formă de disc, sunt solitare sau sunt unite prin intermediul unui mucilagiu. Valvele sunt circulare și au marginea costată sau striată, iar aria centrală este netedă și este delimitată net (Ionescu și Péterfi, 1981).

La *Coscinodiscus*, celulele sunt solitare și au formă discoidală sau de tobă. Valvele frustulei sunt circulare, netede, bombate sau ondulate. Suprafața valvei prezintă areole hexagonale dispuse în rânduri radiare. Centrul valvei este neted sau prezintă o rozetă de areole mai mari.

La *Biddulphia*, celulele au frustulele sub formă de cutii cilindrice. Valvele sunt eliptice sau unghiulare și prezintă ornamentații caracteristice sub formă de peri sau spini.

La *Triceratium*, celulele au valvele triunghiulare sau tetraunghiulare.

Ordinul Pennales

Acest ordin cuprinde diatomeele care au simetrie bilaterală sau sunt asimetrice. Ornamentațiile valvelor sunt dispuse în două serii longitudinale, de fiecare parte a liniei mediane. În general, rafa este prezentă în valvă. Valvele nu prezintă spini și peri. Aceste diatomee au cloroplaste lamelare, lobate și în număr mic. Înmulțirea sexuală se realizează prin izogamie și anizogamie. Morfologia celulelor și ornamentațiile frustulei sunt importante, pentru identificarea speciilor. Unele specii (*Tabellaria*, *Diatoma*, *Bacillaria*) de diatomee au celulele grupate în colonii.

Dintre genurile caracteristice acestui ordin menționăm *Pinnularia*, *Tabellaria*, *Synedra*, *Diatoma*, *Navicula*, *Pleurosigma*, *Bacillaria*, *Gomphonema* și *Cymbella* (Fig. 22 și Fig. 28).

La *Tabellaria*, celulele sunt reunite în colonii de formă variată: panglică, lănișor, în zig-zag ori stelate (Fig. 28).

La *Diatoma*, celulele au valvele liniare până la eliptice și extremitățile larg rotunjite (Fig. 28).

La *Synedra*, celulele sunt solitare și au frustulele rectilinii; valvele sunt fin striate și pot avea o arie centrală netedă. Pseudorafa este liniară sau lanceolată (Ionescu și Péterfi, 1981).

La *Pleurosigma*, valvele sunt liniare sau lanceolate și sunt prevăzute cu rafa în forma literei "S". Valvele prezintă striuri care se întretaie caracteristic (Fig. 28).

La *Navicula*, celulele au valve liniare sau eliptice, striate, cu rafa simplă și noduli bine dezvoltați (Fig. 28).

Speciile genului *Pinnularia* au celulele solitare sau reunite în benzi. Celulele sunt eliptice sau lanceolate. Suprafața valvelor prezintă rafa, noduli (central și terminali) și ornamentații (striuri, coaste) caracteristice (Fig. 23).

La *Cymbella*, celulele sunt solitare sau sunt grupate în colonii de forma unor tuburi gelatinoase. Valvele au marginea ventrală concavă sau dreaptă, iar marginea dorsală este convexă. Rafa este curbată în formă de seceră și împarte valva în două părți inegale (Fig. 22).

La *Gomphonema*, celulele sunt solitare și sunt fixate de substrat, cu ajutorul unui picioruș gelatinos. Valvele sunt cuneiforme, lanceolate și mai rar sunt liniare. Pe suprafața valvei se observă rafa și striurile punctate (Fig. 22).

Genul *Bacillaria* cuprinde diatomee coloniale. În cadrul coloniei, celulele se deplasează, fără a exista o concordanță între mișcările acestora. Deplasarea celulelor determină mișcarea coloniei. Valvele sunt liniare, fusiforme și au rafa, sub formă de canal

(Ionescu și Péterfi, 1981). *Bacillaria paradoxa* (Fig. 28) este prima specie identificată și este tip taxonomic pentru încrengătură (Pop și colab., 1983).

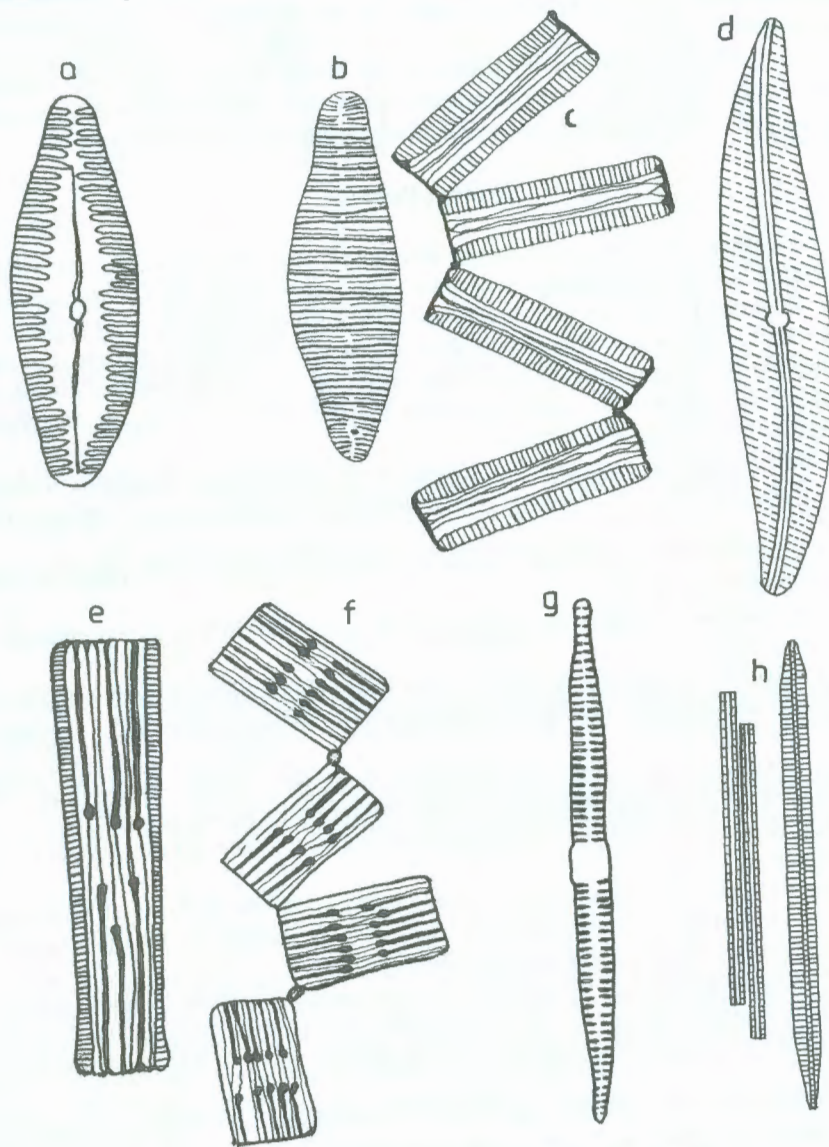


Fig. 28. Morfologia talului la diatomee Pennales:

a. *Navicula*; b. *Diatoma* - aspect valvar; c. celule (aspect pleural) de *Diatoma* în colonie; d. *Pleurosigma* - aspect valvar; e. *Tabellaria* - aspect valvar; f. colonie de *Tabellaria*; g. *Synedra*; h. *Bacillaria paradoxa*.

2.3.5.6. Mediul de viață

Mediul în care diatomeele cunosc cea mai mare diversitate specifică și dezvoltare calitativă este cel acvatic. Cu rare excepții, diatomeele sunt partea cea mai însemnată a fitoplanctonului (Ionescu și Péterfi, 1981).

Diatomeele sunt larg răspândite în apele dulci și marine. Speciile centrice se întâlnesc în ape marine, iar cele penate apar mai frecvent în ape dulci (Scagel și colab., 1984).

În mediul acvatic, răspândirea diatomeelor este influențată de o serie de factori externi precum salinitatea, temperatura și natura substratului. Salinitatea este unul dintre cei mai însemnați factori ecologici care condiționează răspândirea diatomeelor. Diversele specii de diatomee au grade diferite de rezistență la salinitate și la oscilațiile ei, unele fiind eurihaline, iar altele stenohaline (Ionescu și Péterfi, 1981).

Arealul diatomeelor este foarte diferit ca extindere. Din acest punct de vedere, există specii cosmopolite și specii endemice. În anumite condiții favorabile, unele specii de diatomee se înmulțesc abundent în fitoplancton și determină înflorirea apei (Ionescu și Péterfi, 1981). De asemenea, diatomeele se întâlnesc în sol, pe cărămizi sau pietre și aproape în orice loc umed.

Unele diatomee pot tolera doar o gamă restrânsă de condiții de mediu și sunt utilizate ca indicatori ai caracteristicilor fizico-chimice ale apelor. În râurile nepoluate, diatomeele sunt reprezentate de numeroase specii diferite, fiecare având număr mic de indivizi. Apele poluate au puține specii de diatomee, dar cu număr foarte mare de indivizi (Scagel și colab., 1984).

Sedimentele din lacuri ce conțin frustule de diatomee fosile ajută la stabilirea istoriei aceluia lac.

Tecile diatomeelor s-au acumulat de milioane de ani și au format un zăcământ denumit diatomit, care este folosit în scop industrial ca abraziv pentru polizarea argintului și ca material filtrant și izolan. Pe câmpurile petroliere din Santa Maria, din California, există depozite de diatomit groase de 900 m (Raven și colab., 1992).

Diatomeele au devenit abundente în înregistrările fosile cu 100 de milioane de ani în urmă, în perioada cretacică. Multe specii fosile sunt identice cu cele care trăiesc azi, ceea ce indică o conservare neobișnuită de-a lungul perioadelor geologice (Raven și colab., 1992).

2.3.5.7. Originea și evoluția

Bacillariofitele sunt alge protiste foarte vechi, care se cunosc în stare fosilă, din straturi mezozoice vechi de 150 de milioane de ani. În număr mai mare, diatomeele fosile sunt prezente din Cenozoic (Tab. 3), cu 65 de milioane de ani în urmă (Scagel și colab., 1984).

În Cretacicul superior și în Terțiar (Tab. 3), au avut o dezvoltare remarcabilă și au format depozite considerabile de diatomit.

Diatomeele actuale prezintă caractere de asemănare cu celelalte cromofite, în ceea ce privește clorofila a, xantofilele și produsul de depozitare reprezentat de crizolaminarină.

Se presupune că primele diatomee apărute aparțin centricelor. Flagelul pleuronematic al anterozoidului de la centrice sugerează descendența diatomeelor dintr-un strămoș heterocont, probabil de tipul ochromonadalelor, pe calea reducerii flagelului posterior. Se consideră că diatomeele centrice care au gameți flagelați sunt primitive, iar diatomeele penate care au gameți neflagelați sunt derivate din primele (Pop și colab., 1983).

Diatomeele prezintă și caractere distinctive, precum: perete celular mineralizat, alcătuit din două jumătăți simetrice; stadiul diploid dominant în ciclul de dezvoltare. Aceste caractere indică faptul că ele au urmat o linie evolutivă particulară, închisă, în cadrul căreia s-a realizat o specializare puternică.

2.3.6. Încrângătura Phaeophyta

În încrângătura **Phaeophyta** (gr. phaios = brun închis; phyton = plantă) sunt cuprinse algele brune. Acestea mai sunt cunoscute în literatură și sub denumirea de **Melanophyta** (gr. melanos = negru; phyton = plantă). Până în prezent, s-au descris 260 de genuri cu 1 500 de specii de feofite (Raven și colab., 1992).

2.3.6.1. Morfologia și structura talului

Feofitele sunt în totalitate pluricelulare și prezintă o mare diversitate morfologică și histologică. Talul lor are dimensiuni diferite, de la dimensiuni microscopice până la zeci de metri lungime.

Cele mai evoluate feofite (**Laminariales**, **Fucales**) prezintă o diferențiere morfologică evidentă a talului ($2n$) în rizoid, cauloid și filoid, cu rol în fixare, susținere și respectiv asimilație. Anumite alge brune prezintă pe traiectul talului ($2n$) aerociști (vezicule cu aer), cu rol de flotori, pentru ușurarea menținerii în apă. Aerociștii conțin un amestec de gaze ce include azot, oxigen și dioxid de carbon și/sau monoxid de carbon (Scagel și colab., 1984).

La unele alge brune, terminațiile filoidului formează **receptacule** în care se diferențiază **conceptacule** cu anteridii și/sau oogoane.

Diversitatea dimensiunilor la algele brune este rezultatul tipurilor de creștere prezente la acestea. Creșterea talului are loc prin țesuturi meristematice dispuse intercalat, subterminal sau terminal (apical).

Cele mai evoluate alge brune (**Laminariales** și **Fucales**) prezintă o diferențiere structurală (anatomică) a sporofitului în **meristoderm** (epidermă), **cortex** și **medulă**, la interior (Fig. 29).

În cortex pot apărea canale mucilaginoase cu celule secretoare adiacente. De asemenea, în cortex există și țesuturi asimilatoare. La aceste feofite, celulele (secretoare, asimilatoare) cortexului prezintă **plasmodesme** care asigură schimburile intercelulare de substanță (Scagel și colab., 1984).

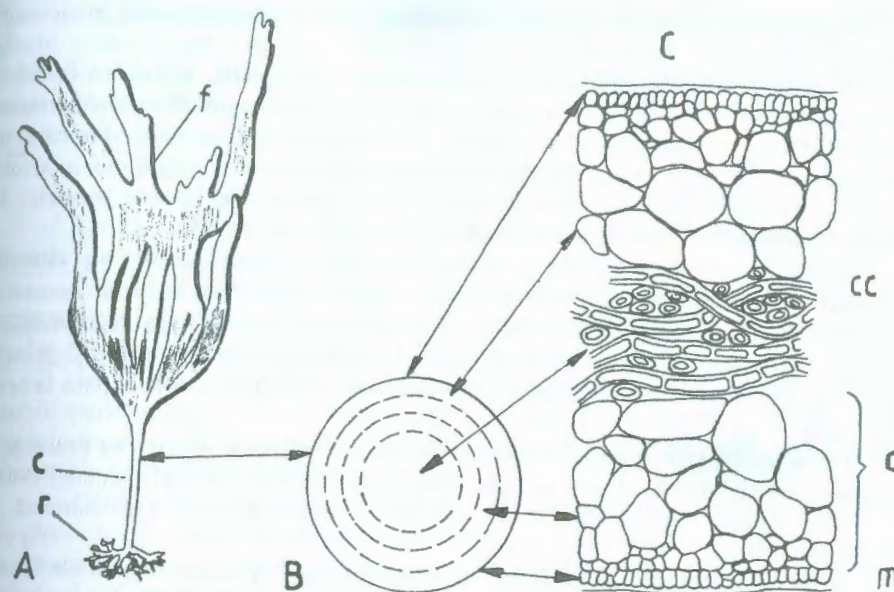


Fig. 29. Morfologia și structura talului la **Laminariales**:

A. morfologia talului la *Laminaria hyperborea*: r. rizoid; c. cauloid; f. filoid; B. inele anuale de creștere în cauloid secționat; C. structura talului: m. meristoderm; c. cortex; cc. celule centrale (medulare).

În medulă se găsesc celule conducătoare asemănătoare cu celulele floemice ale plantelor vasculare. Deplasarea produșilor fotosintetici care se formează în filoid se realizează prin celulele din medulă până în regiunile bazale ale sporofitului (Scagel și colab., 1984).

2.3.6.2. Structura celulară

Celulele algelor brune au structură tipică eucariotă. Celulele vegetative ale feofitelor nu prezintă flageli. La suprafață, celulele prezintă un perete celular bine dezvoltat, format din celuloză și substanțe pectice. În pereții celulari și în spațiul intercelular există polizaharide (carboxilate sau sulfatate) denumite **ficocoloizi**, precum **acidul alginic** și **fucoidina**. Acidul alginic poate reprezenta 10 – 40 % din greutatea uscată a feofitelor (Scagel și colab., 1984). Fucoidina conferă talului caracter mucilaginos (Péterfi și Ionescu, 1977).

De asemenea, în peretele celular al algelor brune sunt prezente și cantități mici de D – xiloză, galactoză și acid glucuronic. Calcifierea peretelui celular se întâlnește numai la genul *Padina*. Anumite alge brune prezintă în peretele celular cantități mici de siliciu (Scagel și colab., 1984).

În citoplasma celulară se găsesc cloroplaste, reticul endoplasmatic, mitocondrii, nucleu etc.

În general, celulele feofitelor conțin numeroase cloroplaste, variate ca formă și mărime, dispuse periferic. Cloroplastele sunt acoperite de două membrane și conțin lamele fotosintetice înconjurate de stromă. Lamelele fotosintetice sunt alcătuite din câte trei tilacoizi asociați, dar nefuzionați, care formează benzi paralele de-a lungul cloroplastului. La periferia stromei, există o bandă periferică care încercuiește benzile paralele. De asemenea, în cloroplast există numeroase molecule de ADN.

În tilacoizi se găsesc pigmenții caracteristici algelor brune: **clorofilă a și clorofilă c, β -caroten și xantofile** precum diadinoxantină, diatoxantină, fucoxantină și zeaxantină (Tab. 6). Pigmenții clorofilieni sunt mascați de β -caroten și xantofile care sunt dominanți. **Fucoxantina determină** culoarea brună a feofitelor. În funcție de proporția dintre pigmenți și cantitatea acestora din celule, feofitele au culoare diferită, de la galben-bruniu până la brun-auriu și negru.

Pirenoizii nu sunt prezenți totdeauna în celulele feofitelor. Când sunt prezenți, ei sunt așezați periferic în cloroplast și nu sunt străbătuți de tilacoizi (Scagel și colab., 1984).

Cloroplastul este înconjurat de reticulul endoplasmic care se continuă cu membrana nucleară.

În general, celulele algelor brune sunt uninucleate; în anumite regiuni ale talului, celulele pot fi plurinucleate. Nucleul prezintă o membrană nucleară bine dezvoltată și conține unul sau mai mulți nucleoli. Cromatina interfazică este granulară, iar cromozomii conțin ADN și histone, precum cei de la plantele superioare. De obicei, cromozomii sunt mici și sunt asemănători din punct de vedere morfologic. La unele **Laminariales**, s-au identificat în celule cromozomi sexuali (X și Y). Cromozomul X apare în gametofitul femeiesc, iar cromozomul Y în gametofitul bărbătesc (Scagel și colab., 1984).

De regulă, la algele brune, numărul de cromozomi diferă în funcție de grupul taxonomic. Astfel, numărul de cromozomi din celulele haploide (n) poate fi 8 (la *Ectocarpus siliculosus*), 24 (la *Cutleria multifida*), 27 – 31 (la *Laminaria saccharina*), 32 (la *Fucus vesiculosus* și *Fucus serratus*) etc. (Péterfi și Ionescu, 1977).

Celulele multor feofite conțin cantități mari de iod. În talul de *Laminaria* s-a identificat până la 0,3% iodură de potasiu raportată la substanța uscată. De asemenea, în algele brune, s-au semnalat cu certitudine până în prezent **vitaminele B₂, B₁₂ și PP** (Péterfi și Ionescu, 1977).

La anumite alge brune au fost identificate **hidrocarburi nesaturate** (ectocarpen, multifiden și fucoseraten) care au rol în atracția gameților (Scagel și colab., 1984).

2.3.6.3. Nutriția

Feofitele prezintă nutriție fotoautotrofă. **Principalul produs** al fotosintezei este **laminarina**. Aceasta este depozitată în citoplasmă, înafara cloroplastului și adiacent de pirenoid, când acesta este prezent.

Algele brune mai conțin în celule **steroli**, precum fucosterolul și sargasterolul. Alți produși de asimilație caracteristici sunt **D-manitolul și globule lipidice**. Picăturile de ulei sunt produși de rezervă, în țesuturile asimilatoare și în sporociștii tineri.

În jurul nucleului, există vezicule numeroase denumite **vezicule de fucosan**. Aceste vezicule sunt mai abundente în celulele aflate în diviziune, care au activitate metabolică ridicată. **Fucosanul** este o substanță taninică caracteristică algelor brune și este denumită tanin feoficeu.

2.3.6.4. Înmulțirea

La algele brune, se întâlnesc diferite tipuri de înmulțire: vegetativă, asexuată și sexuată.

Înmulțirea vegetativă se realizează prin fragmentarea talului și prin **propagule**. **Propagulele (bulbii)** sunt formațiuni pluricelulare specializate care se desprind de talul algei și generează un nou individ (Péterfi și Ionescu, 1977).

Înmulțirea asexuată se realizează prin spori specializați mobili (zoospori) și imobili (aplanospori). Celulele reproducătoare – gameții, zoosporii și aplanosporii – au protoplasții acoperiți de periplast. Aceste celule reprezintă singurul stadiu mobil din dezvoltarea ontogenetică a algelor brune.

Celulele mobile (zoosporii și gameții) ale algelor brune sunt biflagelate, reniforme sau piriforme, iar cei doi flageli au lungimi inegale și inserție laterală. Flagelul anterior este pleuronematic, iar cel posterior este acronematic. Adesea, aceste celule au stigmă.

La algele brune **Fucales**, flagelul anterior al anterozoidului este mai scurt decât cel posterior. În apropierea punctului de inserție a flagelilor, se găsește stigma. La partea anterioară, anterozoidul este prevăzut cu un organit discoidal, ascuțit și zonat concentric, denumit **proboscis** (Péterfi și Ionescu, 1977).

Înmulțirea sexuată la algele brune se realizează prin izogamie, anizogamie și respectiv oogamie, la cele mai evoluate (Scagel și colab., 1984).

2.3.6.5. Dezvoltarea ontogenetică

Cu excepția algelor **Fucales**, celelalte feofite prezintă un ciclu de dezvoltare haplodiplofazic cu două generații (gametofitul și sporofitul) izomorfe sau heteromorfe. Generația gametofitică poate fi monoică sau dioică (heterotalică), când este reprezentată printr-un gametofit bărbătesc și unul femeiesc.

Înmulțirea algelor brune este diversificată și se disting mai multe tipuri caracteristice: *Ectocarpus*, *Cutleria*, *Dictyota*, *Laminaria* și *Fucus*.

La *Ectocarpus*, reproducerea asexuată se realizează prin **zoospori**, iar înmulțirea sexuată prin **izogamie** (Fig. 30). Ciclul de dezvoltare este haplodiplofazic, cu generații (gametofit și sporofit) izomorfe și gametofit heterotalic.

Zoosporii se formează în zoosporange care este unilocular. Prin germinarea zoosporilor (n) se formează gametofitul bărbătesc și gametofitul femeiesc. Pe gametofiți se diferențiază gametangii pluriloculare, în care se formează izogameți. După ce este eliberat din gametangiu, gametul femeiesc se așază pe substrat, își retrage flagelii și secretă **ectocarpen** care atrage gameții bărbătești.

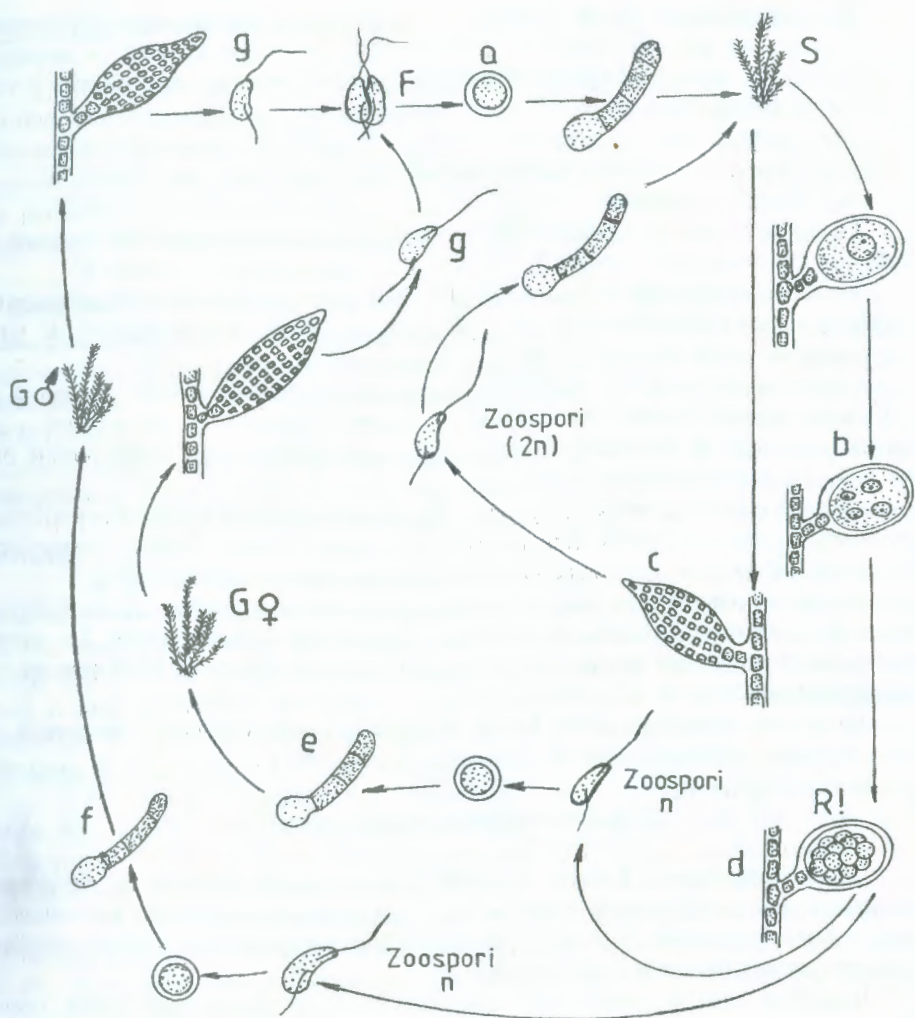


Fig. 30. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la *Ectocarpus*:
 G♂. gametofit bărbătesc; G♀. gametofit femeiesc; g. gameți; a. zigot; S. sporofit; b și d. meiosporange; c. mitosporange; e. gametofit femeiesc tânăr; f. gametofit bărbătesc tânăr; F. fecundație; R!. diviziune reduțională (meiotică).

După fecundație (F), se formează zigotul (2n) care se divide imediat și produce generația sporofitică (2n). Sporofitul formează sporangi pluriloculari care produc mitospori diploizi (2n) capabili de a genera alți sporofiți pe cale asexuată. De asemenea, sporofitul formează sporangi uniloculari în care se diferențiază zoospori (meiospori) prin diviziune

meiotică. Zoosporii (n) sunt diferențiați sexual și dau naștere gametofitului (bărbătesc și femeiesc) dioic.

La *Cutleria*, înmulțirea asexuată se realizează prin **zoospori**, iar înmulțirea sexuată prin **anizogamie**. Ciclul de dezvoltare este haplodiplofazic, cu gametofit dominant și dioic și sporofit redus (Fig. 31). La *Cutleria multifida*, pe gametofitul bărbătesc se formează **microgameți**, iar pe gametofitul femeiesc **macrogameți** uni-lăgelați. Gametangiile în care se formează gameții sunt pluriloculare. Gameții femeiești eliberează **multifiden** și atrag gameții bărbătești. După fecundație, se formează zigotul (2n) care prin diviziuni mitotice produce sporofitul. Pe sporofit se formează meiosporangi în care iau naștere zoospori (n) cu potențe sexuale diferite. Zoosporii se fixează pe substrat și prin diviziuni mitotice succesive formează gametofitul bărbătesc și gametofitul femeiesc.

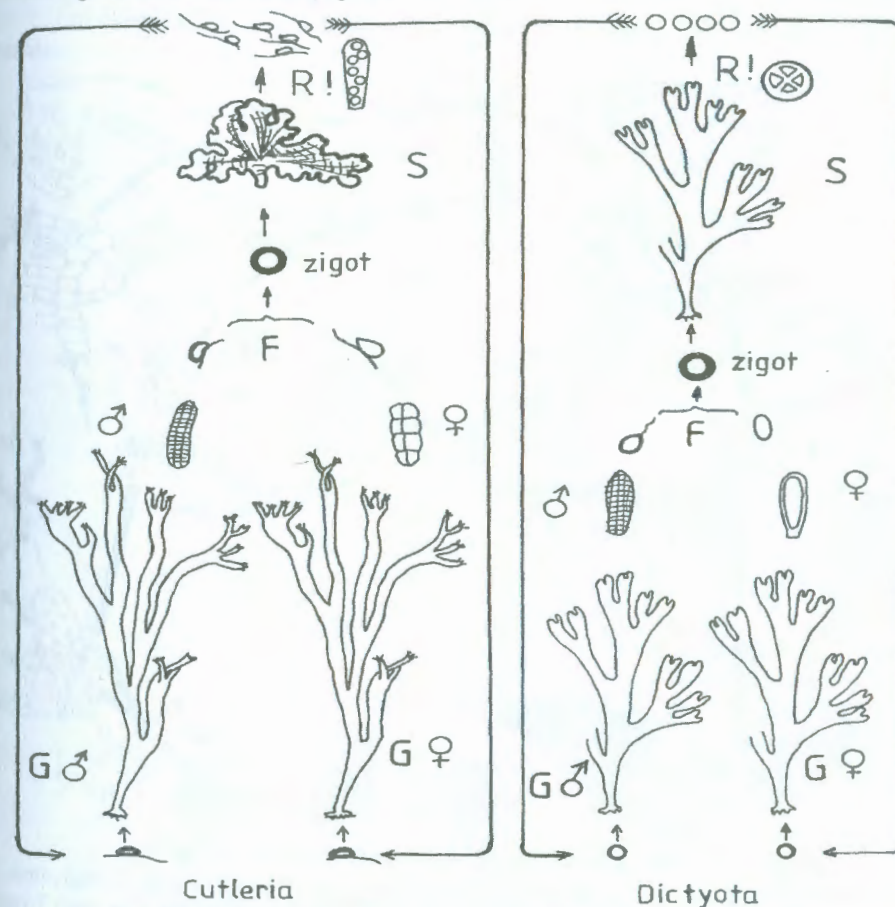


Fig. 31. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la *Cutleria* și *Dictyota*:
 G♀. gametofit femeiesc; G♂. gametofit bărbătesc; S. sporofit; F. fecundație; R!. diviziune reduțională (meiotică).

Datorită habitusului complet diferit de al gametofitului, sporofitul a fost considerat o specie distinctă denumită *Aglaozonia parvula* (Péterfi și Ionescu, 1977).

La *Dictyota*, înmulțirea asexuată se realizează prin **aplanospori**, iar înmulțirea sexuată prin **oogamie**. Ciclul de dezvoltare ontogenetică este asemănător cu cel de la *Ectocarpus*. Astfel, *Dictyota dichotoma* este o algă brună haplodiplobiontă, cu generații (gametofiti și sporofiti) izomorfe și gametofit heterotalic. Aplanosporii se formează câte patru, în tetrasporange, pe sporofit, dintre care doi au potențe sexuale bărbătești, iar doi au potențe femeiești. Prin germinația aplanosporilor se formează generația gametofitică reprezentată de gametofitul bărbătesc și gametofitul femeiesc (Fig. 31).

La feofitele (*Laminaria saccharina*, *L. digitata*, *L. cloustonii*, *Nereocystis* spp. etc.) **Laminariales**, înmulțirea asexuată se realizează prin **zoospori**, iar înmulțirea sexuată prin **oogamie** (Fig. 32).

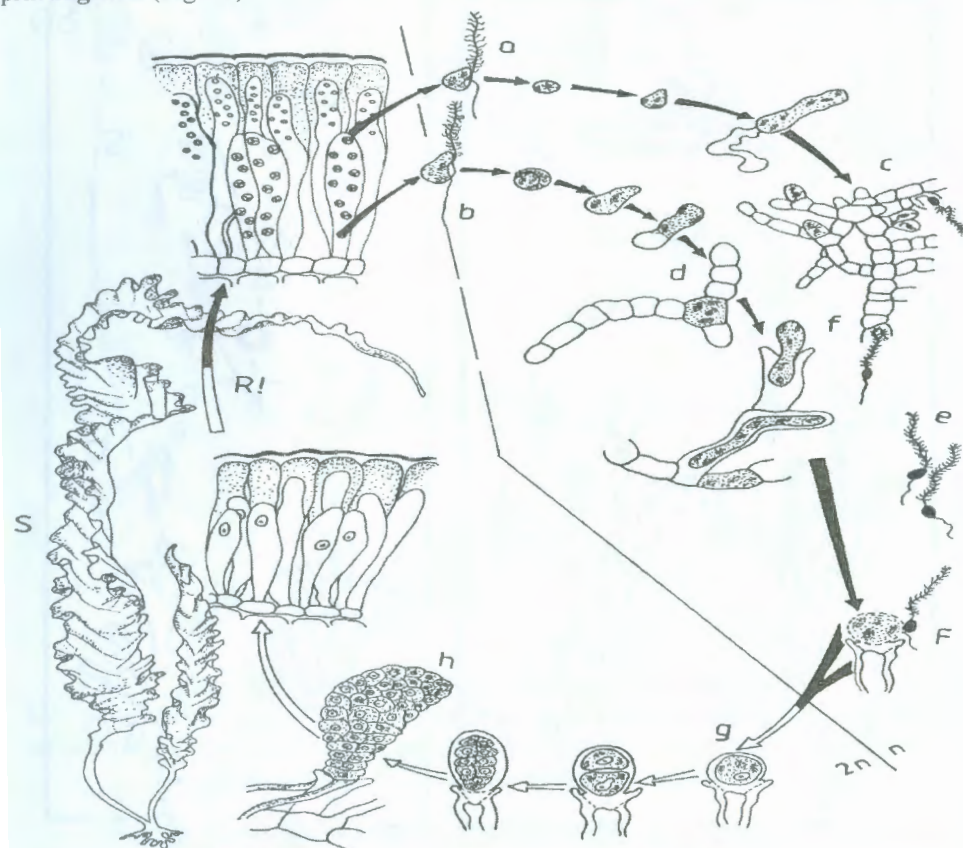


Fig. 32. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la *Laminaria*:

a și b. zoospori; c. gametofit bărbătesc; d. gametofit femeiesc; e. anterozoid; f. oosferă; g. zigot; h. sporofit tânăr; F. fecundație; S. sporofit; R!. diviziune reduțională (meiotică).

Ciclul de dezvoltare ontogenetică este haplodiplofazic, cu generații (gametofit și sporofit) heteromorfe. Sporofitul este dominant, macroscopic, iar gametofitul este microscopic și dioic (heterotalic).

Zoosporii sunt piriformi, biflagelați, cu flageli heteromorfi. Pe filoidul sporofitului, în celulele corticale, se formează sporangi uniloculari în care iau naștere zoospori cu potențe sexuale diferite. Prin diviziunea zoosporilor se formează gametofitul microscopic, filamentos, cu dimorfism sexual. Gametofitul bărbătesc este ramificat și este format din celule mici. Gametofitul femeiesc este mai mic decât cel bărbătesc și este format dintr-o singură celulă sau câteva celule. Gametii (anterozoidul și oosfera) se formează numai câte unul într-o celulă a gametofitului. După fecundație, se formează zigotul care se divide mitotic și dă naștere sporofitului.

La *Fucus* (Fig. 33), există numai înmulțire sexuată, care se realizează prin **oogamie**.

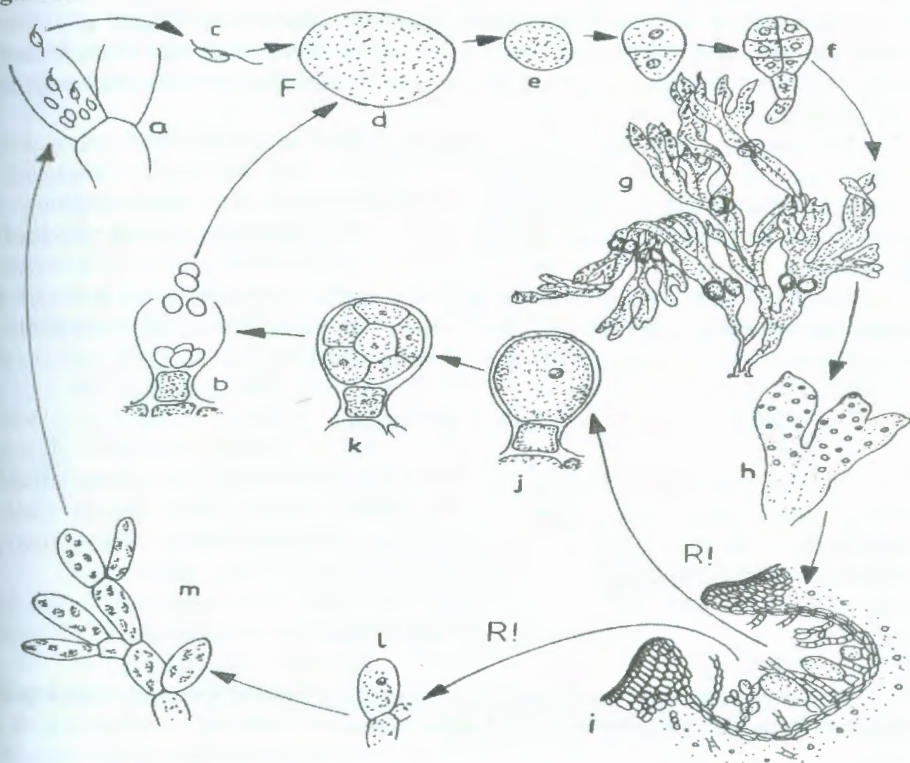


Fig. 33. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la *Fucus*:

a. anteridie; b. oogon cu oosfere; c. anterozoid; d. oosferă; e. zigot; f. sporofit tânăr; ? g. sporofit matur; h. receptacul cu conceptacule; i. conceptacul cu anteridii și oogoane; j și k. dezvoltarea oogonului; l și m. dezvoltarea anteridiei; F. fecundație; R!. diviziune reduțională (meiotică).

Ciclul de dezvoltare este monogenetic diplofazic, cu sporofit dominant și gametofit redus la gameți. Filoidul sporofitului este ramificat dicotomic și are terminal, pe vârfuri, receptacule cu cavități denumite conceptacule. În conceptacul se găsesc anteridii și/sau oogone, printre filamentele pluricelulare denumite **parafize**. La *Fucus siliculosus* și *Fucus serratus*, conceptaculele formează oogone și anteridii (Raven și Silvestri, 1992).

Prin meioză, o anteridie produce 64 anterozoizi, iar în oogon se formează 8 oosfere (Scagel și colab., 1984). Oosferele (n) și anterozoizii (n) sunt eliberați prin ostiola conceptaculului în apă, unde are loc fecundația. Anterozoizii sunt atrași de oosfere prin intermediul **fucoseratenui**. Zigotul (2n) se scufundă pe fundul apei și apoi secretă un **velis gelatinos care-l fixează pe substrat**. Când se formează, zigotul este sferic, dar curând prezintă o polaritate definită. Întotdeauna, rizoidul se dezvoltă spre substrat, iar apexul spre suprafață (Scagel și colab., 1984).

Prin diviziuni mitotice succesive ale zigotului și diferențiere celulară se formează sporofitul care este macroscopic și diferențiat morfologic. Numărul de alge brune la care se referă ciclul de dezvoltare ontogenetică reprezintă doar o mică parte din acest grup mare și heterogen (Scagel și colab., 1984).

La unele specii de alge brune, ciclul de dezvoltare ontogenetică este cunoscut incomplet sau este complet necunoscut. La anumite specii de feofite, izogameții și anizogameții se comportă ca mitospori și se transformă direct în plante haploide. La anumite feofite izogamete, ambii gameți sunt produși de același individ (Scagel și colab., 1984).

Durata de viață a feofitelor este variabilă. Astfel, algele brune pot fi anuale sau perene. *Laminaria saccharina* poate trăi maximum 3 ani, *Fucus vesiculosus* peste 3 ani, iar *Cystoseira barbata* 18 – 20 de ani (Péterfi și Ionescu, 1977).

2.3.6.6. Clasificarea

Pe baza caracterelor morfologice, fiziologice, biochimice și ale particularităților înmulțirii, algele brune sunt grupate în 12 ordine, incluse într-o singură clasă – **Phaeophyceae** – cu două subclase (**Phaeophycidae** și **Fucophycidae**). Aceste subclase corespund la două linii evolutive.

Subclasa Phaeophycidae

În această subclasă sunt cuprinse 11 ordine de feofite, precum **Ectocarpales**, **Cutleriales**, **Sphacelariales**, **Dictyotales**, **Laminariales** etc.

Ordinul Ectocarpales

În acest ordin sunt grupate alge brune haplodiplofazice, cu două generații (gametofit și sporofit) izomorfe. Înmulțirea asexuată se realizează prin **zoospori**, iar înmulțirea sexuată prin **izogamie**.

De obicei, talul este filamentos, pluricelular, unistratificat, neramificat sau ramificat. Creșterea talului este intercalară (Péterfi și Ionescu, 1977).

La *Ectocarpus*, talul este filamentos, repent și erect (1,5 – 15 cm înălțime), unistratificat și dens ramificat. Celulele conțin un cloroplast în formă de panglică spiralată sau de formă stelată. O specie comună din acest gen este *Ectocarpus siliculosus* (Fig. 30).

Ordinul Cutleriales

Acest ordin cuprinde feofite haplodiplofazice, care au generații izomorfe sau heteromorfe. La acestea, creșterea talului este apicală.

La *Zanardinia*, gametofitul și sporofitul sunt generații izomorfe, iar la *Cutleria* sunt heteromorfe. Gametofitul de *Cutleria* este dominant, iar sporofitul este mai mic și este crustiform, de tip *Aglaozonia* (Fig. 31).

La *Cutleria multifida* (Fig. 31), gametofitul este dioic, lamelar, ramificat dicotomic, cu terminațiile filoidului fidate. În secțiune, gametofitul prezintă 3 - 4 straturi de celule mari, medulare, încadrate de celule corticale.

Ordinul Sphacelariales

Acest ordin cuprinde alge brune haplodiplofazice, cu generații izomorfe. Talul este filamentos, este ramificat dicotomic și este alcătuit din celule centrale unistratificate înconjurate de celule corticale pluristratificate. Creșterea talului se realizează printr-o celulă apicală. Înmulțirea asexuată se realizează prin **zoospori**, iar înmulțirea sexuată prin **gametogamie** (izogamie și mai rar prin oogamie). La aceste feofite, înmulțirea vegetativă este comună și se realizează prin **propagule**.

Un gen caracteristic din acest ordin este *Sphacelaria*. Acest gen cuprinde specii marine (*Sphacelaria cirrhoza*) și specii de apă dulce, precum *Sphacelaria fluviatilis* (Péterfi și Ionescu, 1977).

Ordinul Dictyotales

Acest ordin cuprinde feofite haplodiplofazice, cu generații (gametofit și sporofit) izomorfe și gametofit dioic. Talul are dimensiuni și forme (lamelar, foliaceu, evantai) diferite. Creșterea talului este apicală (Péterfi și Ionescu, 1977).

La *Dictyota*, talul este lamelar, ramificat dicotomic și prezintă un rizoid disciform. Creșterea talului se realizează printr-o celulă apicală biconvexă. În secțiune, talul prezintă un strat de celule mari, centrale, incolore și un strat de celule mici, corticale și asimilatoare. Cele mai comune specii din acest gen sunt *Dictyota dichotoma* (Fig. 31) și *D. laciniata*.

Genul *Padina* cuprinde o singură specie – *Padina pavonia* – care are formă de evantai (Fig. 34).

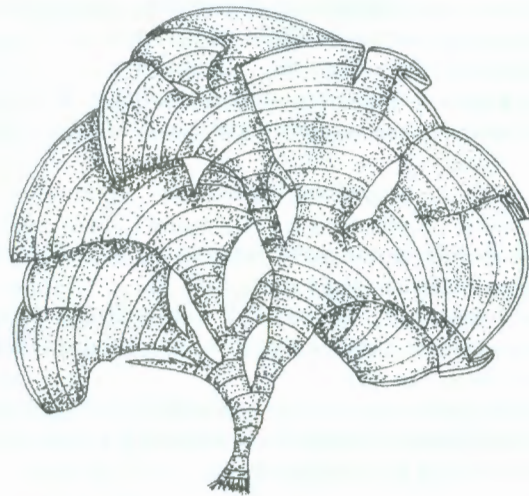


Fig. 34. Morfologia talului la *Padina pavonia*.

Ordinul Laminariales

Acest ordin cuprinde feofite parenchimatoase, haplodiplofazice, cu sporofit dominant și gametofit microscopic și dioic.

În acest ordin se găsesc reprezentanții giganti ai lumii algelor. La unele specii (*Nereocystis luetkeana*, *Macrocystis pyrifera*), sporofitul ajunge la zeci de metri lungime. Exemplarele de *Macrocystis pyrifera* depășesc 100 m lungime și formează un biotop foarte favorabil pentru înmulțirea crustaceilor și peștilor (Péterfi și Ionescu, 1977).

Sporofitul este diferențiat morfologic în **rizoid**, **cauloid** și **filoid**. Rizoidul are formă diferită și are rol în fixarea sporofitului pe substrat. Filoidul este lamelar și poate prezenta vezicule cu aer.

La *Laminaria saccharina* (Fig. 35), filoidul este lamelar și nedivizat. La *Laminaria digitata* și la *L. cloustonii*, filoidul este lamelar și divizat (Fig. 35). La *Nereocystis luetkeana* (Fig. 35), sporofitul prezintă, la partea superioară a cauloidului, o vezică aeriferă sferică, de la care pornesc lamele filoidului. *Macrocystis pyrifera* (Fig. 35) are sporofitul diferențiat în rizoid, cauloid ramificat dicotomic și filoid puternic divizat, care prezintă bazal vezicule cu aer (aerociști).

Creșterea în lungime a sporofitului se realizează prin activitatea meristemului intercalar, situat între cauloid și filoid, iar creșterea în grosime prin activitatea meristodermului.

Din punct de vedere anatomic, sporofitul prezintă, de la interior spre exterior, **medulă**, **cortex** și **meristoderm**. Medula este formată din celule spongioase cu rol conducător.

Un aspect important al acestor feofite este faptul că unele specii sunt anuale, iar altele sunt perene. Speciile perene prezintă, în talul sporofitului, inle anuale de creștere formate prin activitatea ritmică a meristodermului (Fig. 29).

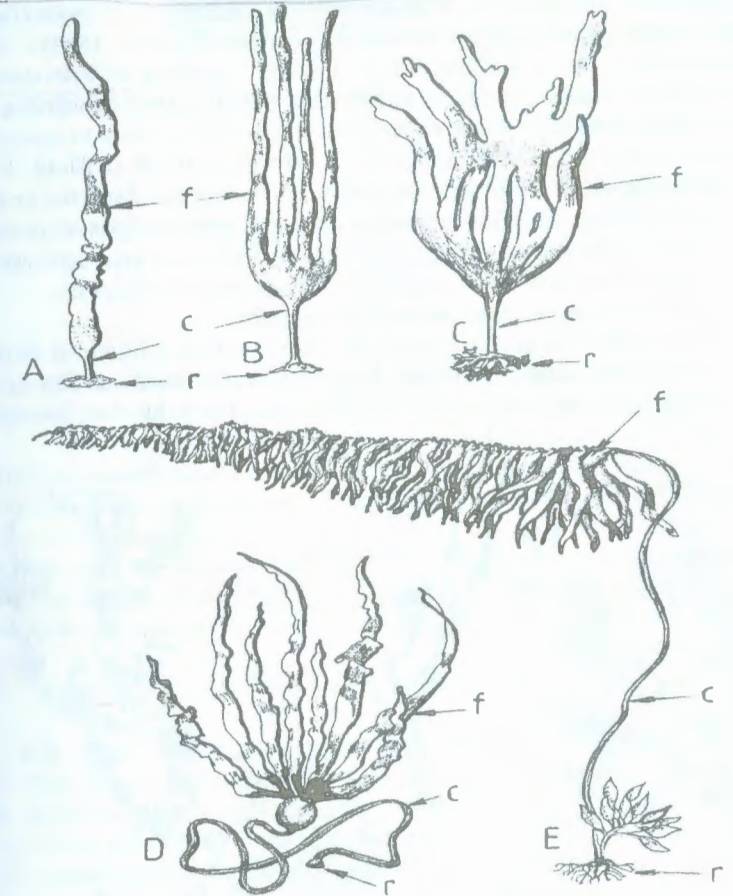


Fig. 35. Morfologia talului la Laminariales:

A. *Laminaria saccharina*; B. *Laminaria digitata*; C. *Laminaria hyperborea*; D. *Nereocystis luetkeana*; E. *Macrocystis pyrifera*: r. rizoid; c. cauloid; f. filoid.

Subclasa Fucophycidae

În subclasa **Fucophycidae** (syn. **Cyclosporidae**) sunt cuprinse feofite monogenetice diplofazice, care au sporofitul dominant, iar gametofitul este reprezentat de gameți. Aceste alge brune sunt grupate într-un singur ordin.

Ordinul Fucales

Acest ordin cuprinde alge brune evolute, parenchimatoase, care se înmulțesc sexual prin oogamie. Câteva specii (*Sargassum fluitans* și *Sargassum natans*) se înmulțesc numai pe cale vegetativă, prin fragmentarea talului (Scagel și colab., 1984).

Majoritatea algelor brune **Fucales** au o singură celulă apicală de creștere. Celula apicală determină creșterea în lungime și ramificarea talului, în timp ce mărirea diametrului se datorează diviziunii continue a meristodermului.

Sporofitul este diferențiat morfologic în **rizoid**, **cauloid** și **filoid**. Filoidul este ramificat dicotomic și poate fi cilindric, aplatizat etc. Pe traiectul filoidului se pot observa vezicule cu aer și receptacule cu **conceptacule** care conțin oogoane și/sau anteridii. Oogonul este sferic și formează 8 oosfere (la *Fucus vesiculosus*, *Fucus serratus*), 4 oosfere (la *Ascophyllum nodosum*) și numai o oosferă (la *Sargassum* și *Cystoseira*).

Conceptaculele pot fi unisexuate sau hermafrodite.

La *Fucus*, sporofitul prezintă rizoid disciform, cauloid cilindric și filoid aplatizat, ramificat dicotomic, cu nervură mediană. În cortex se formează cavități numite cripte pilifere, în care apar smocuri de peri hialini. Marginea filoidului este întreagă la *Fucus vesiculosus* (Fig. 36) și este serată la *Fucus serratus* (Fig. 36).

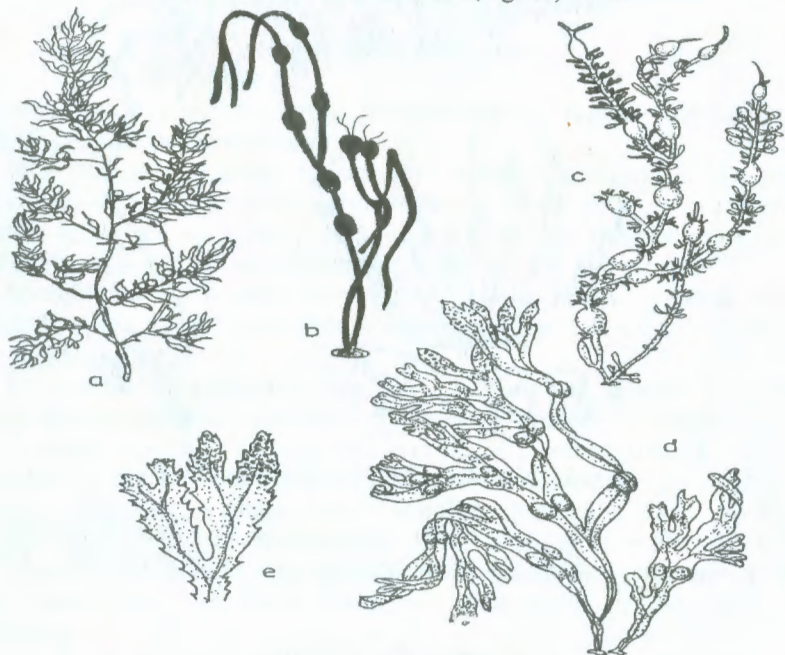


Fig. 36. Morfologia talului la Fucales:

a. *Sargassum bacciferum*; b. *Ascophyllum nodosum*; c. *Cystoseira barbata*; d. *Fucus vesiculosus*; e. *Fucus serratus*: filoid.

Receptaculele sunt situate terminal, în vârful ramificațiilor filoidului. Pe traiectul talului sporofitic, la *Fucus vesiculosus* există vezicule cu aer (Fig. 36).

La *Ascophyllum nodosum* (Fig. 36), sporofitul prezintă rizoid disciform, iar cauloidul și filoidul sunt cilindrici. Pe traiectul sporofitului există vezicule cu aer, eliptice sau ovoide, care depășesc în lățime ramificațiile talului. Receptaculele sunt situate pe ramurile laterale ale filoidului.

La *Sargassum* (Fig. 36), filoidul este bogat ramificat și heteromorf. Pe traiectul filoidului există vezicule aerifere sferice și receptacule pedicelate la baza unor ramificații foliacee.

La *Cystoseira*, filoidul prezintă vezicule aerifere (izolate sau dispuse în lanț) și receptacule terminale (apicale). Din acest gen, în Marea Neagră, se găsește *Cystoseira barbata* (Fig. 36).

2.3.6.7. Mediul de viață

Algele brune sunt adaptate exclusiv la viața acvatică, aproape în întregime fiind marine. Unele alge bune, precum sunt cele de *Sargassum*, pot pluti departe de coastele marine.

Feofitele **Laminariales** și **Fucales** au reprezentanți atât în Emisfera Nordică, cât și în Emisfera Sudică. Laminarialele sunt mai bogate în genuri și specii în Pacificul de Nord, iar fucalele în Emisfera Sudică.

Unele specii se întâlnesc numai într-o anumită zonă. Astfel, speciile de *Fucus* se întâlnesc numai în Emisfera Nordică (Atlanticul de Nord și Pacificul de Nord), iar *Ascophyllum* este restricționat în Atlanticul de Nord (Scagel și colab., 1984).

2.3.6.8. Importanța feofitelor

Algele brune sunt producători primari deosebit de importanți ai ecosistemelor acvatice în care trăiesc. Talul masiv al feofitelor asigură protecție în mediul marin, pentru numeroase animale, inclusiv pești. De asemenea, numeroase animale marine "pasc" direct din talul feofitelor sau se hrănesc cu materia organică moartă provenită din descompunerea acestora. Prin sporii pe care-i produc (zoospori, aplanospori, gameți), feofitele contribuie la formarea fitoplanctonului marin.

De asemenea, algele brune mari sunt utilizate industrial. Talul de *Laminaria* a fost utilizat în Orient ca alimente numite **kombu**, începând din 1730. Aceste alimente sunt produse în China și Japonia.

Din algele brune se obține acidul alginic care este utilizat în diferite țări (Japonia, Australia, Anglia, Canada etc.) pentru obținerea alginaților (de amoniu, de calciu, de sodiu) cu importanță industrială. Alginatul de sodiu este utilizat ca stabilizator pentru înghețată și alte produse de patiserie. Alginații și derivații acestora se folosesc pentru obținerea vopselelor, săpunurilor, în fabricarea nasturilor, în industria pielăriei și a insecticidelor (Scagel și colab., 1984).

Algele brune au fost utilizate ca îngrășămintă, deoarece conțin potasiu, fosfor și azot. Într-o anumită perioadă, din algele brune s-au obținut cantități mari de iod, care au fost folosite de om, până la descoperirea unor resurse mai ieftine (Scagel și colab., 1984).

2.3.6.9. Originea și evoluția

Cu excepția talului de *Padina*, care este ușor calcifiat, toate celelalte alge brune nu au talul mineralizat. De aceea, înregistrările fosile pentru **Phaeophyta** sunt relativ sărace, comparativ cu **Chlorophyta** și **Rhodophyta**.

Se consideră că fosile de alge brune datează din Triasic (Tab. 3). Din rocile paleozoice, care datează din Silurian și Devonian, s-au înregistrat anumite fosile care aveau asemănări cu reprezentanții actuali din **Fucales**, **Dictyotales**, **Chordariales** și **Sphacelariales**. Aceste observații sugerează că **Phaeophyta** a evoluat înainte de Devonianul târziu (Scagel și colab., 1984).

Cele mai valoroase dovezi sunt fosile de alge brune din Cenozoic, care au fost obținute din depozite de diatomee ale Miocenului, găsite în sudul Californiei. Unele dintre aceste fosile, cum ar fi *Julescranea* prezintă asemănări remarcabile cu algele brune actuale **Laminariales** din genurile *Pelagophycus* și *Nereocystis* (Scagel și colab., 1984).

Alte alge brune fosile au fost denumite *Paleohalidrys*, *Cystoseirites* și *Paleocystophora*, datorită asemănării cu algele brune actuale **Fucales** din genurile *Halidrys*, *Cystoseira* și *Cystophora* (Scagel și colab., 1984).

Algele brune nu sunt înrudite evident cu nici un alt grup de alge. Totuși, se consideră că algele brune și crizofitele au un strămoș comun. Această ipoteză se bazează pe asemănările între acestea, în ceea ce privește structura și inserția laterală a flagelilor, prezența clorofilei c și a fucoxantinei. De asemenea, produsul de depozitare la **Chrysophyta** este un polizaharid asemănător cu laminarina de la **Phaeophyta**.

O altă ipoteză susține că există o legătură filogenetică posibilă a feofitelor cu dinofitele și crizofitele, datorită prezenței clorofilei c (Scagel și colab., 1984).

Datele cu privire la caracteristicile ultrastructurale ale flagelilor sugerează că algele brune prezintă două linii evolutive (ectocarpaleană și fucaleană) distincte care corespund celor două subclase (**Phaeophycidae** și **Fucophycidae**). Se consideră că cele mai primitive și cele mai simple alge brune sunt grupate în ordinul **Ectocarpales**. Din aceste alge sau dintr-un strămoș comun cu *Ectocarpus* au putut evolua toate celelalte ordine de alge brune, cu excepția celor din ordinul **Fucales** (Fig. 37).

În cadrul liniei evolutive ectocarpaleană a algelor brune se disting două direcții de evoluție. Una dintre acestea include alge brune filamentoase, cu grade diferite de agregare a filamentelor și care culminează cu formele pseudoparenchimatice complexe. Cealaltă serie de evoluție conține feofite parenchimatice cu meristeme de creștere și țesuturi definitive; cele mai evoluate dintre acestea sunt algele brune **Laminariales**. În cadrul liniei de evoluție ectocarpaleană se observă o tendință de trecere de la izogamie, prin anizogamie, până la oogamie.

Caracteristicile biochimice, inclusiv complexul de pigmenți asimilatori, susțin originea comună a algelor brune **Fucales** cu algele brune **Phaeophycidae**. Linia evolutivă

a algelor **Fucales** este în întregime oogametică și cuprinde numai specii parenchimatice și diplofaze.

Algele brune **Fucales** sunt considerate cele mai evoluate dintre feofite. Sporofitul acestor specii este dominant, iar gametofitul este reprezentat de gameți care se formează prin meioză în conceptaculele generației diploide.

Se consideră că feofitele reprezintă o linie evolutivă închisă și nu sunt considerate nod filogenetic. Acestea sunt cele mai evoluate din grupul cromofitelor.

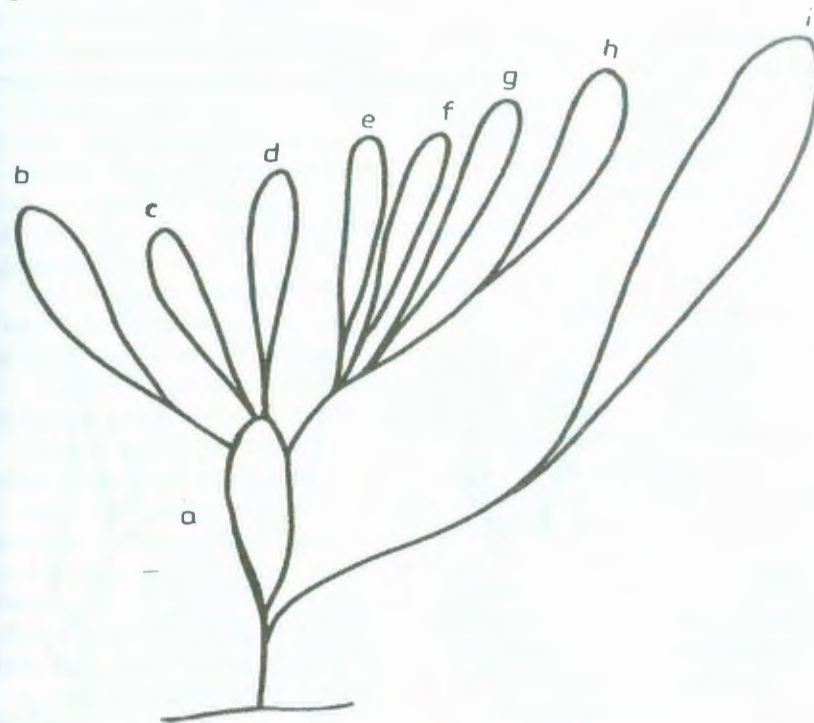


Fig. 37. Relații filogenetice ale feofitelor:

- a. Ectocarpales; b. Sporochneales; c. Chordariales; d. Desmarestiales; e. Cutleriales; f. Sphacelariales; g. Dictyotales; h. Laminariales; i. Fucales; a, b, c și d. alge brune pseudoparenchimatice; e, f, g, h și i. alge brune parenchimatice.

2.3.7. Încrângătura Rhodophyta

În încrângătura **Rhodophyta** (gr. rhodon = roșu; phyton = plantă) sunt cuprinse **algele roșii (rodofitele)**. Acestea reprezintă un grup foarte mare (peste 4 000 de specii) și divers de alge.

2.3.7.1. Morfologia și structura talului

Algele roșii cuprind specii care au talul variat: unicelular, plasmodial, filamentos și parenchimos (Fig. 38). Rodofitele nu prezintă flageli, în nici un stadiu al dezvoltării ontogenetice.

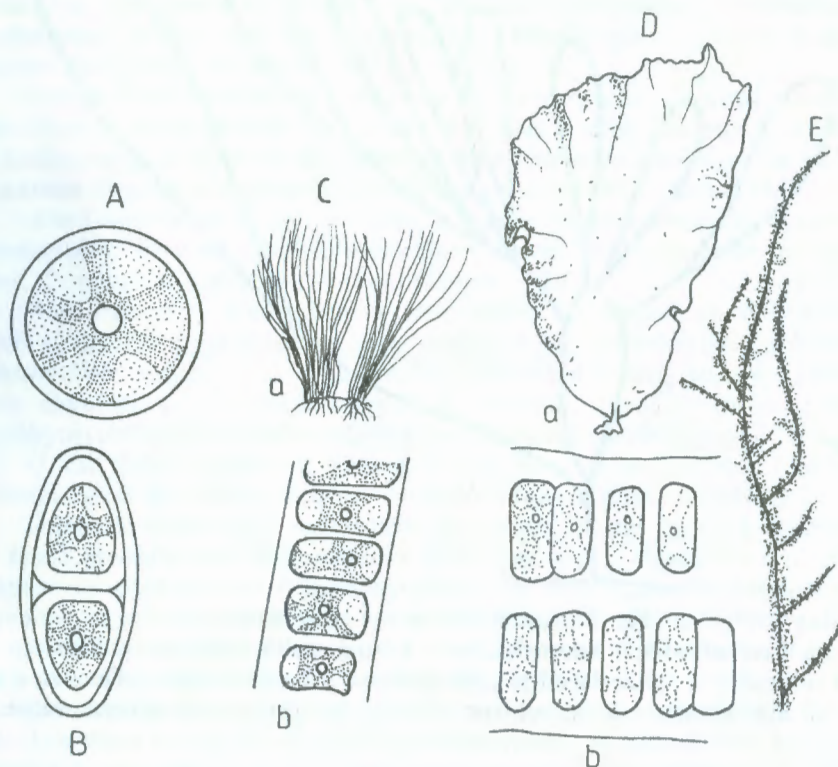


Fig. 38. Morfologia talului la Rhodophyta:

A. celulă de *Porphyridium*; B. celule de *Chrootheca*, după diviziune; C. tal filamentos de *Bangia*: a. aspect macroscopic; b. aspect microscopic; D. tal parenchimos de *Porphyra*: a. aspect macroscopic; b. aspect microscopic al talului bistromatic; E. aspect macroscopic al talului de *Batrachospermum*.

Talul algelor roșii are dimensiuni variabile. Unele specii sunt microscopice, iar altele au tal foliaceu, mare, profund ramificat. Astfel, la *Gracilaria* talul ajunge la o lungime de peste 4 m (Scagel și colab., 1984).

La anumite rodofite, precum *Ceramium* și *Delesseria*, există o diferențiere morfologică a talului în rizoid, cauloid și filoid.

Majoritatea algelor roșii au talul alcătuit din filamente care sunt țesute des și care sunt menținute de mucilagiul matricei intercelulare. Rodofitele filamentoase au simetrie radială, iar cele foliacee au simetrie bilaterală.

La algele roșii **Bangiophyceae**, creșterea talului este **intercalară**, iar la **Florideophyceae** este **apicală** (Raven și colab., 1992).

Creșterea algelor roșii filamentoase este inițiată de o celulă apicală, în formă de cupolă, care "taie" segmentele secvențial, pentru a forma o axă. Această axă formează ramuri laterale. Multe alge roșii, precum *Polysiphonia*, sunt **multiaxiale** și sunt alcătuite din multe filamente coerente, care formează un corp tridimensional (Fig. 42). La astfel de rodofite, filamentele sunt interconectate secundar și formează o rețea în interiorul matricei mucilaginoase (Raven și colab., 1992).

La rodofitele **Bangiophyceae**, celulele nu sunt legate între ele prin punți (conexiuni) intercitoplasmice. În schimb, majoritatea rodofitelor **Florideophyceae**, au celulele talului legate între ele prin punți intercitoplasmice (Scagel și colab., 1984).

Majorității algelor roșii le este caracteristică conexiunea concavă a pereților celulari, în zona ecuatorială a celulei (Raven și colab., 1992).

Câteva alge roșii, precum *Porphyra*, au celulele dense și dispuse în pachete unistratificate sau bistratificate în mucilagiul matricei intercelulare.

Deși există puține alge roșii unicelulare, acestea includ unul dintre reprezentanții cei mai studiați ai încrângăturii, precum este *Porphyridium* (Raven și colab., 1992).

La rodofite, diferențierea tisulară este aproape nesemnificativă. Totuși, la anumite alge roșii există o diferențiere histologică în **cortex** și **medulă**. Medula are formă filamentoasă și este alcătuită din celule mari dispuse cap la cap. Cortexul este alcătuit din împletirea unor filamente pluricelulare formate din celule mici (Scagel și colab., 1984).

Algele roșii sunt simple din punct de vedere morfologic și structural, comparativ cu feofitele.

2.3.7.2. Structura celulară

La algele roșii, forma și dimensiunile celulelor sunt variate. Celulele au structură tipică eucariotă, dar prezintă și caractere specifice.

Peretele celular este alcătuit din celuloză (la interior) și substanțe pectice (la exterior). De asemenea, în structura peretelui celular se găsește xilan. La numeroase rodofite, în peretele celular și în spațiile intercelulare există polizaharide mucilaginoase, coloidale, cu structură complexă, precum **agarul** și **caragenul**. La unele alge roșii, precum *Corallina* și *Lithothamnion*, peretele celular este mineralizat cu CaCO_3 .

Citoplasma celulară conține cloroplaste, situate central sau periferic, în număr variabil și de formă diferită. La rodofitele inferioare, există un singur cloroplast în

citoplasmă. În general, rodofitele cu structură mai complexă conțin numeroase cloroplaste discoidale sau de altă formă.

Cloroplastele rodofitelor (**Bangiales**, **Nemalionales**) cu structură mai simplă prezintă pirenoid, dar acesta este absent la algele roșii, care au structură mai complexă. Din punct de vedere structural, cloroplastul este format dintr-o membrană dublă, o stromă omogenă, tilacoizi, molecule de ADN și granule de lipide (Scagel și colab., 1984).

Tilacoizii se prezintă ca lamele fotosintetice paralele, izolate și neasociate. La unele alge roșii, în cloroplast se găsește și un tilacoid, sub formă de centură, situat sub membrană. În tilacoizi se găsesc pigmenții asimilatori, precum **ficobiline**, **caroteni** (α și β), **xantofile** și **clorofile**. Ficobilinile caracteristice rodofitelor sunt **ficocianina**, **ficoeritrina**, **aloficocianina** și **floridorubina**. La unele rodofite, β -carotenul este carotenul principal, iar la alte specii predomină α -carotenul. Dintre xantofile, se întâlnesc **luteina** și **zeaxantina**. Pigmenții clorofilieni includ **clorofila a** și, în unele cazuri, **clorofila d** (Sitte și colab., 1998).

Ficobilinile se agregă și formează granule mici, de formă regulată, denumite **ficobilizomi**, care sunt situați pe suprafața externă a membranei tilacoidale (Scagel și colab., 1984).

În general, în celulele rodofitelor, pigmenții clorofilieni sunt mascați de pigmenții accesorii. În funcție de cantitățile și raportul dintre pigmenți și de condițiile de mediu, algele roșii prezintă diferite culori (verde, roșu-brun, roșu-albăstrui, roșu aprins, roșu-purpuriu și chiar negru). Rodofitele submerse sau cele care se dezvoltă în locuri umbroase au o cantitate mai mare de ficoeritrină în celule (Scagel și colab., 1984).

În citoplasma celulelor se găsesc, de asemenea, dictiozomi, reticul endoplasmic, mitocondrii, ribozomi, vacuole, granule de amidon și nucleu.

Celulele algelor roșii sunt uninucleate sau plurinucleate. În unele cazuri, celulele conțin sute sau chiar mii de nuclee. Nucleul prezintă membrană nucleară, nucleoplasmă, un nucleol și fibre de cromatină care formează cromozomi, de dimensiuni mici, în timpul diviziunii celulare. La algele roșii, diviziunea mitotică este similară cu cea de la plantele superioare, cu fus de diviziune, cu cromozomi distincți și cinetocori. La aceste alge, nu s-au evidențiat centrioli adevărați (Scagel și colab., 1984).

2.3.7.3. Nutriția

Majoritatea algelor roșii sunt fotoautotrofe. Principalul produs de rezervă este reprezentat de **amidonul de floridee**, un polizaharid format din numeroase molecule de D-glucoză. Amidonul de floridee este depozitat înafara cloroplastului; fiind deseori asociat cu suprafața externă a nucleului sau a pirenoidului, când este prezent. Acest produs de rezervă este asemănător cu amilopectina care se găsește la algele verzi și la alte organisme fotoautotrofe.

La anumite rodofite, există și alți produși de rezervă precum **manitolul** și **fitosterolii** (colesterolul, β -sitosterolul și fucosterolul).

Unele rodofite sunt epifite sau endofite. Algele roșii epifite au fost identificate pe clorofite, feofite etc. Anumite alge roșii sunt parazite și sunt dependente de planta gazdă

Scagel și colab., 1984). Când parazitul și gazda sunt alge roșii foarte înrudite între ele, fenomenul poartă numele de **adelfoparazitism** (Péterfi și Ionescu, 1977).

2.3.7.4. Înmulțirea

Algele roșii prezintă diferite tipuri de înmulțire: **vegetativă**, **asexuată** și **sexuată**. Caracteristicile înmulțirii și ale ciclului de dezvoltare sunt foarte complexe și variate, la rodofite.

Înmulțirea vegetativă se realizează prin diviziunea celulei și este întâlnită la rodofitele unicelulare. Înmulțirea asexuată se realizează prin spori (monospori, aplanospori, tetraspori, carpospori).

Monosporul se formează printr-o metamorfoză simplă a unei celule vegetative care devine **monosporange**. Într-un monosporange se formează numai un singur spor.

Aplanosporii se formează din transformarea unei celule vegetative în **aplanosporange**. Prin diviziunea repetată a protoplastului, se formează mai mulți aplanospori (8 sau 16), într-un aplanosporange (Scagel și colab., 1984).

Tetrasporii se formează câte patru în celule (epidermice sau corticale) ale tetrasporofitului care devin **tetrasporange**. Pe suprafața talului, tetrasporangii pot fi izolați sau grupați (Scagel și colab., 1984).

Prin germinarea tetrasporilor (n) se formează gametofitul (n). Dacă gametofitul este heterotalic (dioic), tetrasporii sunt diferențiați din puncte de vedere sexual.

Înmulțirea sexuată este denumită **carpogamie** și este întâlnită la majoritatea rodofitelor. Această înmulțire constă în unirea oosferei (gametului femeiesc) formate în carpogon cu spermata care ia naștere în spermatangiu. Gameții (oosfera și spermata) sunt haploizi și imobili. Carpogonul prezintă o parte voluminoasă bazală care conține oosfera și un tub lung denumit trichogin. La rodofite, carpogonul poate fi situat pe suprafața talului sau este inclus parțial în țesuturile corticale ale acestuia. La unele rodofite, carpogonul este sesil, iar la alte specii, este susținut de un filament pluricelular denumit **gonofor** (Scagel și colab., 1984).

Anumite alge roșii **Gelidiales** au carpogonele grupate într-un **procarp compus** (Péterfi și Ionescu, 1977).

Fiecare spermatangiu formează o singură spermatie. De obicei, spermatangiile sunt situate la nivelul epidermei și provin din celule epidermice modificate. La *Gracilaria*, spermatangiile se formează în cavități asemănătoare conceptaculelor.

În urma unirii gameților (oosferei și spermatiei) în carpogon, se formează zigotul ($2n$) care produce prin diviziune **carposporofitul** (gonimoblastul pluricelular). Carposporofitul se dezvoltă direct din carpogonul fecundat sau prin diviziunea unei celule auxiliare în care a fost transferat nucleul zigotului (Péterfi și Ionescu, 1977).

La unele rodofite **Gelidiales**, **Ceramiales** etc., carposporofitul este acoperit de **pericarp** (membrana proprie) și este denumit **cistocarp**.

Unele specii de rodofite formează carposporofitul pe suprafața gametofitului. La alte rodofite, carposporofitul se dezvoltă în gametofit, deoarece carpogonul este cufundat în țesuturile corticale ale acestuia. La aceste specii, eliberarea carposporilor, formați pe carposporofit în carposporange, se face prin pori sau prin ruperea țesuturilor externe.

Carpoporofitul algele roșii formează carpospori în carposporange. La **Florideophyceae**, fiecare carposporange formează câte un carpospor. Carposporii sunt diploizi ($2n$) sau haploizi (n). Carposporii diploizi dau naștere tetrasporofitului ($2n$), iar carposporii haploizi (n) gametofitului.

2.3.7.5. Dezvoltarea ontogenetică

Algele roșii se deosebesc evident între ele, în ceea ce privește ciclul de dezvoltare ontogenetică. La **Bangiophyceae**, ciclul de dezvoltare este monogenetic sau digenetic cu generații heteromorfe. La **Florideophyceae**, ciclul de dezvoltare este digenetic sau trigenetic.

Caracteristicile carpogonului, procesele care au loc după fecundație, particularitățile dezvoltării ontogenetice diferă foarte mult, la rodofite. De aceea, se disting mai multe tipuri (*Porphyra*, *Polysiphonia*, *Batrachospermum* etc.) diferite ale ciclului de dezvoltare.

La *Porphyra*, ciclul de dezvoltare poate fi monogenetic sau digenetic, în funcție de specie și de condițiile de mediu. Astfel, la unele specii, stadiul foliaceu este haplofazic, produce monospori care germinează și formează tal similar (Fig. 39).

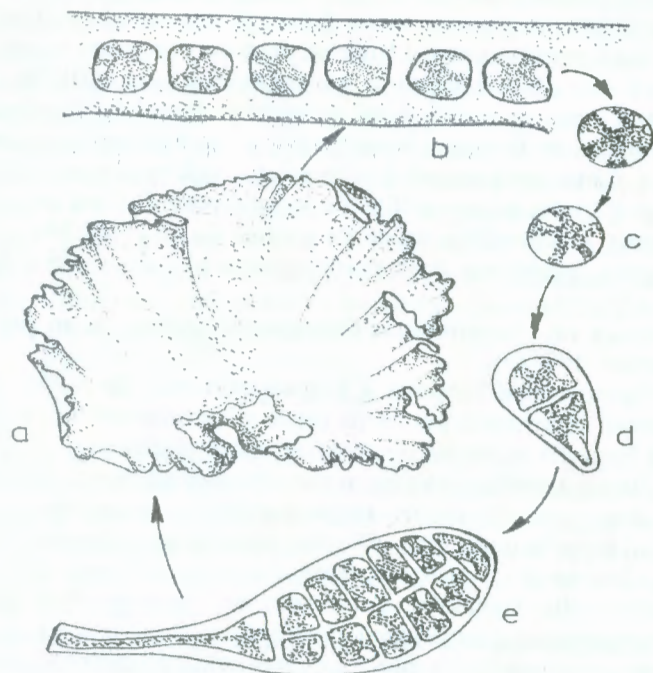


Fig. 39. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la *Porphyra*: a. gametofit foliaceu; b. secțiune prin tal monostromatic; c. monospor; d. diviziunea monosporului; e. tal foliaceu (gametofit) tânăr.

La alte specii, talul foliaceu produce aplanospori (8 sau 16 în celulă). Aceștia germinează și se transformă într-un tal foliaceu asemănător (Fig. 39).

La anumite specii de *Porphyra*, ciclul de dezvoltare este digenetic, cu generații heteromorfe. Gametofitul este dominant, iar sporofitul ($2n$) este filamentos de tip *Conchocelis* (Fig. 40). Stadiul filamentos *Conchocelis* a fost considerat pentru mult timp un gen separat (Scagel și colab., 1984).

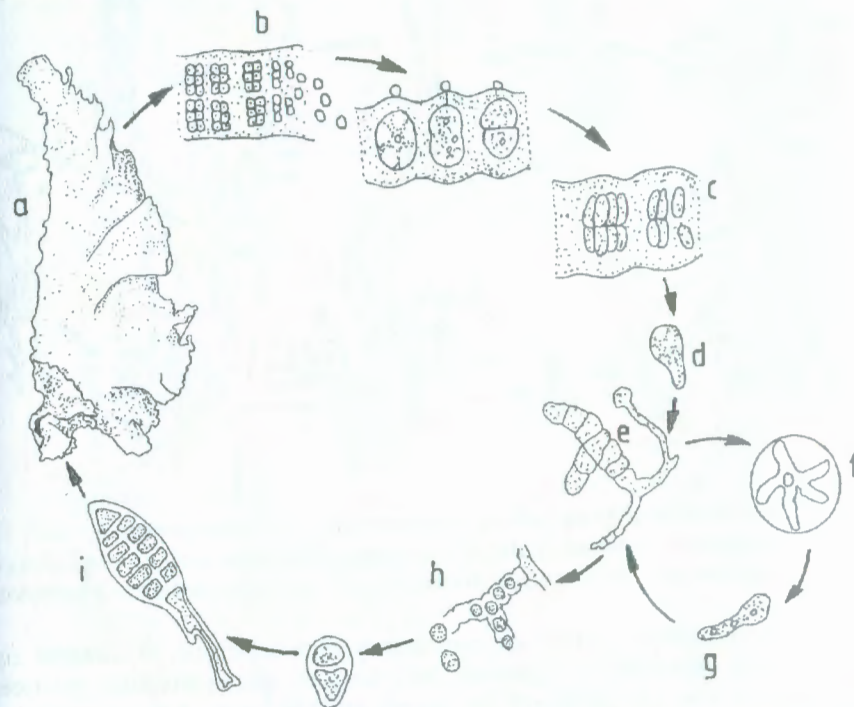


Fig. 40. Ciclul de dezvoltare digenetic heteromorf la *Porphyra*: a. gametofit; b. spermarii formate în tal bistratic; c. fecundarea oosferei din carpogon de către spermă; d. carpospori; e. stadiul *Conchocelis*; f. monospor ($2n$); g. monospor germinat; h. conchospor (n); i. gametofit tânăr.

Talul foliaceu de *Porphyra* poate fi homotalic sau heterotalic (dioic), cu gametofit bărbătesc și gametofit femeiesc. Acest tal foliaceu produce spermă în spermatangiu și oosferă în carpogon. În urma fecundației, rezultă zigotul ($2n$), care prin diviziuni mitotice formează carpospori ($2n$). Carposporii germinează și formează stadiul *Conchocelis* care este filamentos, uniseriat și ramificat (Fig. 40).

Filamentele de *Conchocelis* produc două tipuri de spori (monospori și conchospori). Monosporii ($2n$) se formează în monosporange, germinează și se transformă în filament similar *Conchocelis*. Conchosporii (n) se formează în număr de 1 – 4, în

conchosporange. Conchosporul (n) germinează și formează un tal juvenil care crește și devine foliaceu (Fig. 40).

La *Batrachospermum*, ciclul de dezvoltare este digenetic, haplodiplofazic, cu gametofit dominant și carposporofit sferic, microscopic, format pe pleuridii (Fig. 41).

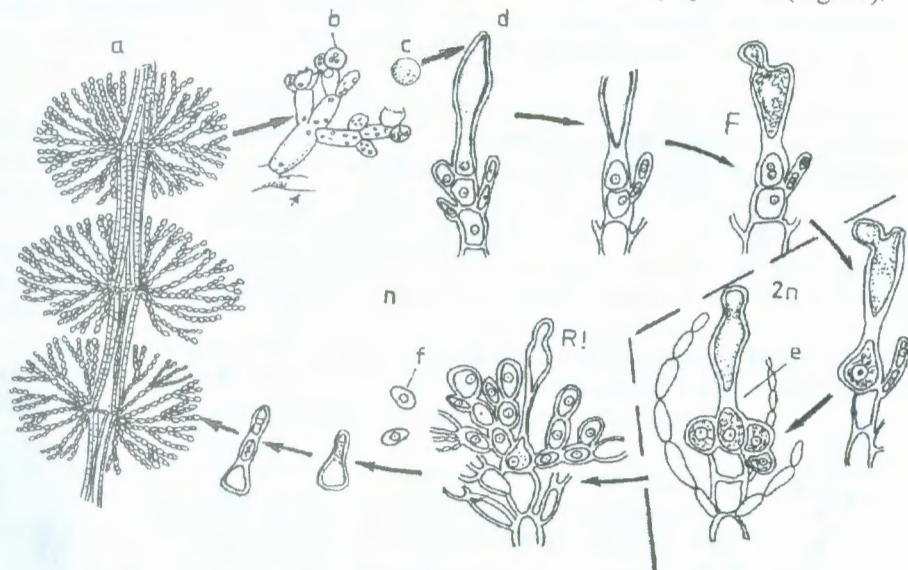


Fig. 41. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la *Batrachospermum*:

a. aspect microscopic al gametofitului; b. spermatangiu; c. spermatie; d. carpogon cu oosferă; e. carposporofit; f. carpospori; F. fecundație; R!. diviziune reduțională (meiotică).

În urma fecundației oosferei din carpogon de către spermatie, se formează zigotul ($2n$). Diviziunea mitotică a zigotului dă naștere gonimoblastului pluricelular (carposporofitului) care se formează pe carpogonul fecundat. Carposporofitul ($2n$) formează carpospori (n) în carposporange. Carposporii cad pe substrat, germinează și produc gametofitul.

La *Polysiphonia*, există un ciclu de dezvoltare haplodiplofazic, cu trei generații (gametofit, carposporofit și tetrasporofit). Cei doi gametofiți (bărbătesc și femeiesc) sunt macroscopici și identici morfologic cu tetrasporofitul ($2n$). Carposporofitul ($2n$) este microscopic, este atașat pe gametofitul femeiesc și este acoperit de **pericarp**. Carposporofitul produce carposporangi care formează câte un carpospor ($2n$) ce dă naștere tetrasporofitului liber (Fig. 42). Pe tetrasporofit se formează tetrasporangi care conțin câte 4 tetraspori (n). Jumătate din tetrasporii (n) unui sporangiu formează gametofiți bărbătești, iar jumătate gametofiți femeiești (Fig. 42).

La *Polysiphonia*, carposporofitul (gonimoblastul) se formează prin diviziunea celei auxiliare în care a fost transferat nucleul zigotului ($2n$). După fecundație, trichoginul degenerază, iar o celulă este tăiată din vârful celei de susținere a carpogonului. Aceasta devine celulă auxiliară în care migrează nucleul zigotului ($2n$) format. Nucleul haploid din

celula auxiliară degenerază, iar nucleul diploid (zigotic) se divide mitotic și formează **gonimoblastul pluricelular (carposporofitul)**.

Celulele terminale ale gonimoblastului filamentos devin mai mari și se transformă în carposporangi. La maturitate, fiecare carposporange eliberează, printr-o ostiolă, un **șingur carpospor ($2n$)**.

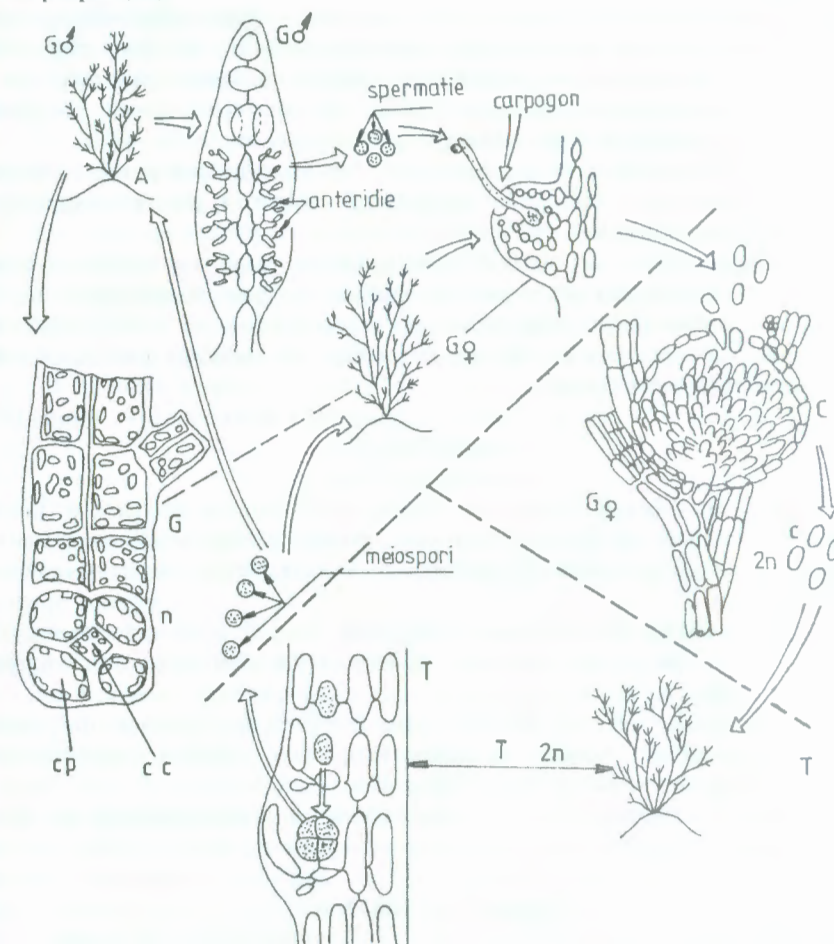


Fig. 42. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la *Polysiphonia*:

G. gametofit (cc. celulă centrală; cp. celule pericentrale); G♂. gametofit bărbătesc; G♀. gametofit femeiesc; C. carposporofit; c. carpospori; T. tetrasporofit.

2.3.7.6. Clasificarea

În funcție de caracterele morfologice, ultrastructurale și înmulțirii, algele roșii sunt grupate în două clase (**Bangiophyceae** și **Florideophyceae**).

2.3.7.6.1. Clasa Bangiophyceae

Această clasă cuprinde alge roșii care au tal variat: unicelular, plasmodial, filamentos și parenchimos. Celulele sunt uninucleate și prezintă un cloroplast stelat cu pirenoid mare.

La formele pluricelulare, celulele nu sunt legate între ele prin punți intercitoplasmatiche. Totuși, există punți intercitoplasmatiche la filamentul stadiului *Conchocelis* care se formează în dezvoltarea ontogenetică a unor alge roșii din genul *Porphyra*. De asemenea, stadiul filamentos *Conchocelis* are creștere apicală, precum algele **Florideophyceae** (Scagel și colab., 1984).

Înmulțirea vegetativă se realizează prin diviziune celulară și este caracteristică bangioficeelor unicelulare. Înmulțirea asexuată se realizează prin monospori și este specifică algelor roșii pluricelulare.

Înmulțirea sexuală se întâlnește doar la câteva specii. La acestea se formează spermarii prin diviziunea repetată a celulelor vegetative. Carpogonele provin din celule vegetative transformate și nu prezintă trichogin (Péterfi și Ionescu, 1977).

În această clasă sunt cuprinse 5 ordine de rodofite, precum **Bangiales**, **Porphyridiales** și **Goniotrachales**.

Ordinul Bangiales

Acest ordin cuprinde bangioficee care au talul filamentos sau lamelar. Înmulțirea asexuată se realizează prin **spori** (monospori, polispori), iar înmulțirea sexuală prin **carpogamie**. Ciclul de dezvoltare este monogenetic sau digenetic, cu generații (gametofit și sporofit) heteromorfe.

La *Bangia* (Fig. 38), talul este filamentos și erect. În acest gen sunt incluse mai multe specii marine, precum *Bangia fuscopurpurea* și o singură specie dulcicolă precum *Bangia atropurpurea*.

La *Porphyra*, talul este foliaceu, monostromatic, roșu-violaceu, de dimensiuni mari. Uneori, talul ajunge la peste 1 m lungime (Péterfi și Ionescu, 1977). În ciclul de dezvoltare se formează stadiul *Conchocelis* (Fig. 40).

Speciile de *Porphyra* (Fig. 38) sunt marine, sunt comestibile și sunt frecvent cultivate. O specie comună din acest gen este *Porphyra leucosticta*.

Ordinul Porphyridiales

În acest ordin sunt cuprinse alge roșii unicelulare, palmeloide și filamentoase. Acestea prezintă numai înmulțire asexuată, care se realizează prin monospori sau achineți (celule acoperite cu membrană groasă).

Bangioficeele din acest ordin se întâlnesc pe sol, la baza zidurilor sau în ape dulci. Genul *Porphyridium* cuprinde alge (Fig. 38) tericole care formează colonii. *P. purpureum* formează colonii roșii pe soluri sărăturoase sau în ape salmastre. În ape dulci se întâlnesc

celule de *Chrootheca* (Fig. 38) care formează colonii colorate în galben – portocaliu (Péterfi și Ionescu, 1977).

2.3.7.6.2. Clasa Florideophyceae

Această clasă cuprinde alge roșii evolute care au structură complexă: filamentoasă, pseudoparenchimatoasă și parenchimatoasă. Clasa **Florideophyceae** include numai rodofite pluricelulare, microscopice și macroscopice. Celulele talului sunt legate între ele prin punți (conexiuni) intercitoplasmatiche, iar carpogonul este prevăzut cu trichogin.

Ciclul de dezvoltare ontogenetică este **digenetic sau trigenetic**. Cel mai comun este ciclul de dezvoltare trigenetic, cu o generație haploidă (gametofitul) și două generații diploide (carposporofitul și tetrasporofitul).

Majoritatea rodofitelor din această clasă (3 900 de specii) sunt marine; circa 100 de specii sunt dulcicole (Raven și colab., 1992).

Clasificarea algelor roșii **Florideophyceae** se bazează pe prezența sau absența gonoforului și pe modul de dezvoltare a gonimoblastului, cu sau fără ajutorul unor celule auxiliare. Gonoforul este o ramură pluricelulară care susține carpogonul.

În această clasă, se disting 8 ordine, precum **Nemalionales**, **Gelidiales**, **Gigartinales**, **Cryptonemiales**, **Ceramiales** etc. (Fig. 46).

Ordinul Nemalionales

Acest ordin cuprinde florideoficee care au ciclul de dezvoltare digenetic, cu generații izomorfe sau heteromorfe. Carpogonele nu au celule auxiliare veritabile și sunt susținute de gonofor.

Gonimoblastul se dezvoltă direct pe carpogonul fecundat. Unele specii formează **cistocarpi** care se dezvoltă la suprafața talului sau în interiorul acestuia.

La *Nemalion*, cistocarpul este cufundat în tal și este acoperit de filamente scurte. La *Batrachospermum*, gametofitul este filamentos, macroscopic și ramificat. Acesta este alcătuit din celule cilindrice mari, prozenchimactice, dispuse cap la cap care formează filamentul axial. Pe traiectul filamentului axial există ramificații laterale, caracteristice, denumite **pleuridii** pe care se formează carpogone și spermatangii. La unele specii de *Batrachospermum*, filamentul axial este acoperit de un cortex care se formează prin împletirea filamentelor dezvoltate din celule bazale ale ramificațiilor laterale. La *Batrachospermum moniliforme*, filamentul axial nu este acoperit de cortex (Fig. 41).

Speciile de *Batrachospermum* se întâlnesc în ape dulci, limpezi și în curgătoare (Péterfi și Ionescu, 1977).

Ordinul Gelidiales

Acest ordin cuprinde alge roșii mari, care au talul filamentos sau aplatizat (foliaceu), penat ramificat. Din punct de vedere structural, talul prezintă un filament axial (central) alcătuit din celule mai mari, care este acoperit de un cortex format din celule mici și asimilatoare.

La aceste rodofite, carpogonul nu prezintă gonofor, iar dezvoltarea gonimoblastului se face fără celule auxiliare. Algele roșii gelidiale formează **cistocarpi** situați în interiorul talului și care sunt prevăzuți cu orificii (1 sau 2) prin care ies carposporii (2n). Ciclul de dezvoltare este **trigenetic** (Péterfi și Ionescu, 1977).

În acest ordin sunt grupate specii **autotrofe** și specii **parazite**. Speciile genului *Gelidium* sunt autotrofe, marine și servesc la obținerea agarului. Genul *Gelidiocolax* cuprinde alge roșii mici, incolore, **adelfoparazite** pe *Gelidium*.

Ordinul Gigartinales

Acest ordin cuprinde alge marine care au talul cilindric sau aplatizat, neramificat sau ramificat. La aceste rodofite, gonoforul lipsește, iar celulele auxiliare se formează înainte de fecundare. Ciclul de dezvoltare este **trigenetic**; gametofitul și tetrasporofitul sunt asemănători morfologic, iar carposporofitul este microscopic.

Acest ordin cuprinde numeroase genuri, precum *Phyllophora*, *Gracilaria*, *Gigartina* (Fig. 43, 45).

La *Phyllophora*, talul este ramificat și prezintă ramificații cilindrice sau plate.

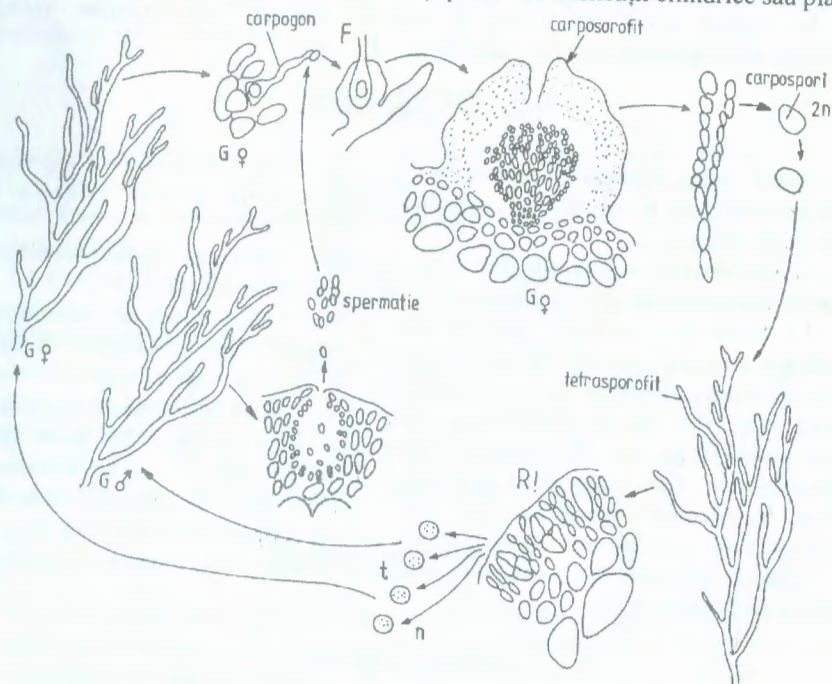


Fig. 43. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la *Gracilaria*: G♂. gametofit bărbătesc; G♀. gametofit femeiesc; F. fecundație; R!. diviziune reduțională (meiotică); t. tetraspori.

La *Gracilaria* (Fig. 43), talul este cilindric sau lamelar și divers ramificat (dicotomic, neregulat). Pe algele roșii din genul *Gracilaria* se întâlnesc numeroase specii **adelfoparazite**, precum *Gracilariocolax* (Péterfi și Ionescu, 1977).

Ordinul Cryptonemiales

Acest ordin cuprinde numeroase alge roșii care au talul variat: filamentos, lamelar sau cilindric. Unele specii (*Corallina*, *Lithothamnion*, *Lithophyllum*) au talul mineralizat cu CaCO_3 . Ciclul de dezvoltare ontogenetică este trigenetic. La aceste rodofite, gonoforul susține carpogonul. Carpogonele și spermatangiile sunt răspândite în tal sau se dezvoltă în conceptacule.

La *Corallina* (Fig. 45), talul este ramificat, este mic (2 – 12 cm), este articulat și are conceptacule terminale pedunculate (Péterfi și Ionescu, 1977).

Ordinul Ceramiales

Acest ordin cuprinde cele mai multe specii de rodofite. Sunt descrise circa 1 300 de specii grupate în 250 de genuri.

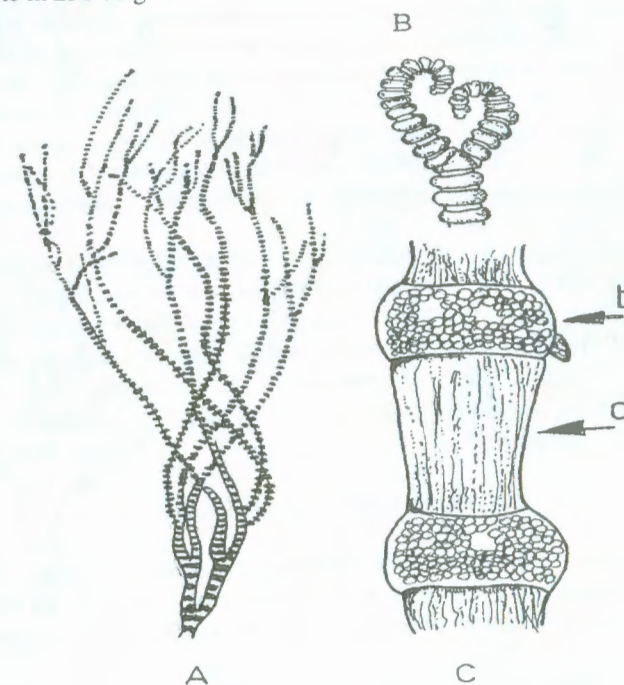


Fig. 44. *Ceramium rubrum*:

A. aspect macroscopic; B. terminația talului, sub formă de clește; C. fragment din tal: a. celulă hialină; b. celulă corticală pigmentată.

Algele roșii **Ceramiales** au ramură carpogonială și celule auxiliare care apar după fecundare. De asemenea, toate genurile acestui ordin au **procarp**. Cistocarpii se formează la suprafața talului sau în acesta și sunt acoperiți sau nu de o membrană proprie. Talul algelor roșii ceramiale are formă diferită (filamentoasă, lamelară, cilindrică).

La aceste rodofite, ciclul de dezvoltare este trigenetic, iar gametofitul este asemănător tetrasporofitului.

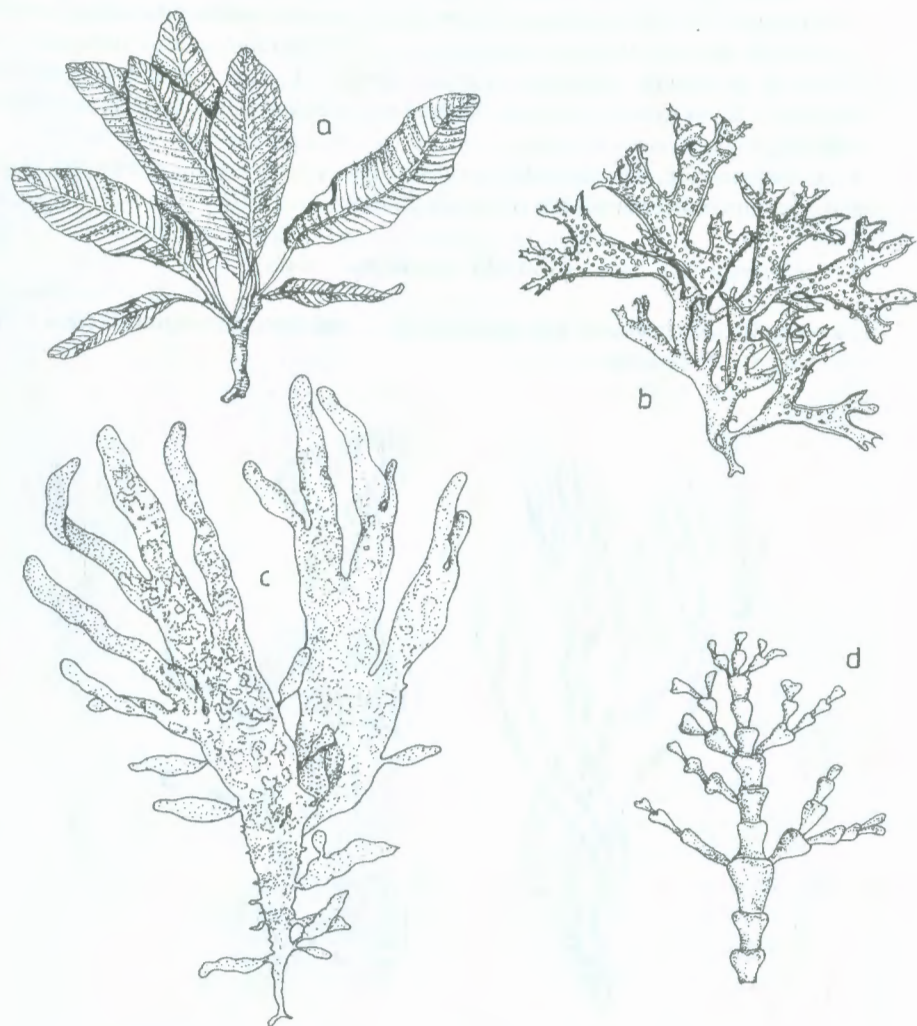


Fig. 45. Morfologia talului la alge roșii **Florideophyceae**:
a. *Delesseria sanguinea*; b. *Gigartina mamilliosa*; c. *Rhodomenia palmata*;
d. *Corallina officinalis*.

La *Ceramium*, talul este filamentos, articulată, hialin, ramificat pseudodicotomic și are terminații caracteristice sub formă de clește (Fig. 44). Pe traiectul talului se observă un cortex pigmentat care acoperă în întregime filamentul sau numai parțial, la nivelul articulațiilor. Procarpul este terminal, iar cistocarpii nu au membrană proprie.

La *Ceramium rubrum* (Fig. 44), cortexul este pigmentat în roșu și acoperă numai articulațiile talului filamentos. Pe traiectul talului alternează porțiuni albe și porțiuni roșii. Această specie este comună, în Marea Neagră.

La *Polysiphonia*, talul este filamentos, articulată și bogat ramificat. Fiecare segment înalt este alcătuit dintr-o celulă centrală înconjurată de un număr de celule (4 – 6) pericentrale (Fig. 42). Creșterea talului este apicală. Talul se fixează de substrat cu o talpă discoidală sau prin formațiuni rizoidale.

La *Delesseria*, talul este lamelar, foliaceu, de culoare roșie și este diferențiat morfologic în rizoid, cauloid și filoid. Filoidul este subțire, este lătit și prezintă o nervură mediană (Fig. 45). La speciile de *Delesseria*, cistocarpul are membrană proprie și este semisferic (Péterfi și Ionescu, 1977).

2.3.7.7. Mediul de viață

Algele roșii sunt predominant marine. Unele specii, precum cele de *Porphyridium*, pot fi tericole și formează o spumă roșiatică pe suprafețele umede din sere. Rodofitele marine sunt cele mai răspândite, dintre toate algele macroscopice. Ele au atins cea mai mare diversitate, ca formă și culoare.

Deși multe specii de alge roșii se dezvoltă în apele marine tropicale, anumite specii se întâlnesc în mările reci. Unele specii de rodofite, precum *Porphyra* și *Gloiopeltis*, apar în **zonele marelilor**. Alte rodofite se dezvoltă în ape marine tropicale, la adâncimi de peste 120 m.

Culoarea rodofitelor marine este diferită (verde, roșu-purpuriu, maro etc.), în funcție de proporția relativă a diferiților pigmenți prezenți și de intensitatea luminii, în raport cu distribuția verticală în stratul de apă. Rodofitele care se dezvoltă la adâncimi mari au, în general, culoare roz-roșie, deoarece **ficoeritrina** maschează clorofila. Algele roșii dulcicole sunt verzi, albastre sau uneori maronii spre negru (Scagel și colab., 1984).

În zona marelilor, ficoeritrina din celulele rodofitelor este mascată de clorofile și de alți pigmenți accesorii.

2.3.7.8. Importanța rodofitelor

Algele roșii sunt producători primari importanți ai ecosistemelor acvatice în care cresc. Acestea oferă, direct sau indirect, o sursă de hrană pentru animalele marine. Celulele reproducătoare ale algelor roșii contribuie la formarea **fitoplanctonului** (Scagel și colab., 1984).

Algele roșii sunt utilizate de oameni în scop industrial și ca sursă de hrană. *Rhodomenia palmata* este utilizată în scop alimentar, fiind folosită la prepararea macaroanelor japoneze, bomboanelor, în supe, sosuri etc.

Rodofitele prezintă importanță industrială deosebită, deoarece sunt o sursă importantă de **ficocoloizi**, precum funoranul, caragenul și agarul (Scagel și colab., 1984).

Cel mai valoros produs obținut din algele roșii este **agarul**. Acesta este folosit în microbiologie, pentru prepararea mediilor de cultură. De asemenea, agarul este folosit ca agent terapeutic în tulburările intestinale și ca material pentru amprente dentare etc. (Scagel și colab., 1984).

Funoranul se obține din algele roșii ale genului *Gloiopeltis* și este folosit la prepararea unor acuarele apoase, ca adeziv în coafură și ca substituent al amidonului în apretarea rufelor (Scagel și colab., 1984).

Caragenul este un extract mucilaginos obținut din alge roșii ale genurilor *Chondrus* și *Eucheuma*. Acesta este folosit în industria alimentară ca agent de îngroșare a ciocolatei, brânzei, budincii și jeleurilor. De asemenea, este folosit la prepararea acuarelelor apoase și în cosmetică (Scagel și colab., 1984).

2.3.7.9. Originea și evoluția

Deși unele rodofite au reprezentanți fosili, originea acestui grup, ca întreg, este obscură. Algele roșii **Corallinaceae** sunt un grup vechi, cu fosile posibile cunoscute din **Precambrian** (Tab. 3), cu mai mult de 700 de milioane de ani în urmă (Raven și colab., 1992).

Din **Cretacic** și mai ales din **Terțiar**, se pot recunoaște genuri precum *Lithothamnion* și *Lithophyllum* (Scagel și colab. 1984).

Ipotezele privind originea și evoluția algelor roșii se bazează pe studiul caracterelor morfologice, structurale, biochimice etc. ale reprezentanților actuali (Fig. 46).

Unii autori susțin originea algelor roșii din strămoși necunoscuți, probabil necalcificați, din **Precambrian** (Tab. 3).

Se consideră că algele roșii și cianobacteriile (algele albastre-verzi) sunt strâns înrudite, datorită caracterelor biochimice și ultrastructurale asemănătoare, pe care le prezintă. Acestea se referă la asemănările în ceea ce privește prezența pigmentilor ficobilinici, a substanțelor (amidon de cianoficee, amidon de floridee) de rezervă depozitate, a tilacoizilor dispersați și a absenței celulelor mobile în dezvoltarea ontogenetică (Scagel și colab., 1984).

Celulele rodofitelor prezintă și caracteristici distinctive față de celulele cianobacteriilor (cianofitelor). Astfel, celulele algelor roșii au materialul genetic organizat într-un nucleu, în timp ce la cianobacterii este prezent într-un nucleoid. Altă deosebire constă în prezența unor organite celulare în algele roșii și absența acestora la cianobacterii.

Se consideră că algele roșii au apărut dintr-un organism neflagelat, nucleat, după apariția cianobacteriilor (algelor albastre-verzi). Absența centriolilor în orice stadiu al algelor roșii este o dovadă împotriva originii lor dintr-un strămoș flagelat (Scagel și colab., 1984).

Asemănările în ceea ce privește reproducerea sexuată la unele alge roșii florideoficee cu cea de la unele ascomicete sugerează că ciupercile s-au putut desprinde dintr-un prototip de algă roșie. Astfel, ascogonul de la ciupercile ascomicete este

asemănător cu carpogonul de la rodofite. Această ipoteză privind originea ciupercilor ascomicete din algele roșii are puțini susținători (Scagel și colab., 1984).

În ceea ce privește evoluția algelor roșii, se consideră că reprezentanții celor două clase (**Bangiophyceae** și **Florideophyceae**) sunt înrudiți din punct de vedere biochimic și ultrastructural, deși sunt diferiți din punct de vedere morfologic. Asemănările dintre cele două clase de rodofite se bazează pe prezența acelorași pigmenți asimilatori și produși de rezervă. Absența înmulțirii sexuate la multe **Bangiophyceae** arată diferența dintre cele două clase (Scagel și colab., 1984).

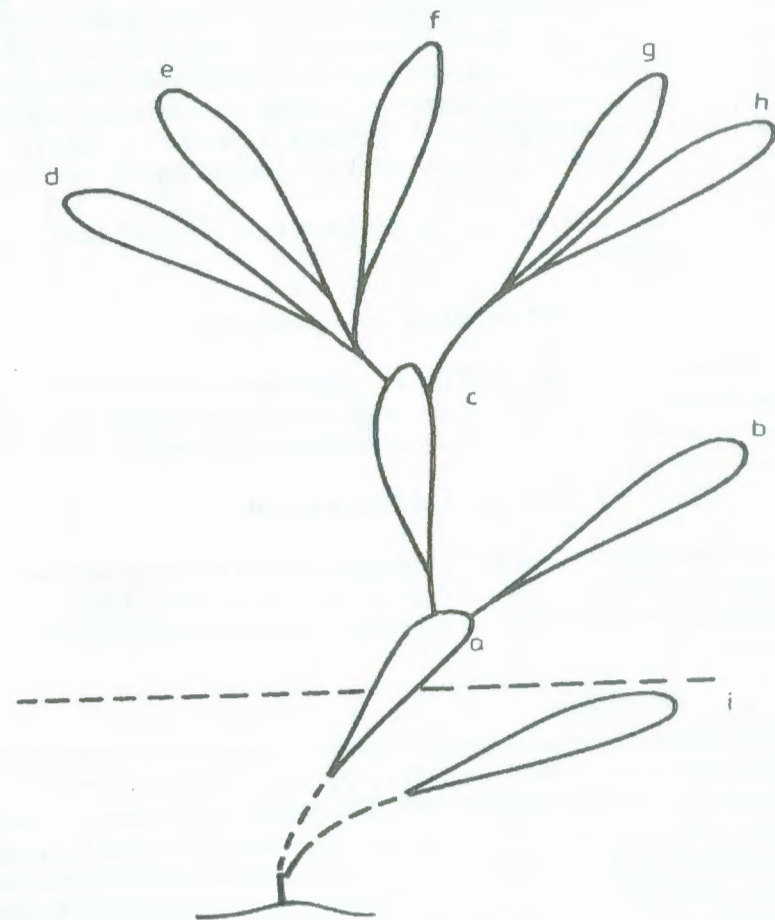


Fig. 46. Relații filogenetice ale rodofitelor:
a. Porphyridiales; b. Bangiales; c. Nemalionales; d. Cryptonemiales; e. Gelidiales;
f. Ceramiales; g. Gigartinales; h. Bonnemaisoniales; i. Cyanobacteria.

Se consideră că algele roșii **Bangiophyceae**, cărora le lipsește ciclul sexuat, reprezintă o linie filogenetică închisă (Raven și colab., 1992). Se sugerează că stadiul filamentos *Conchocelis* de la *Porphyra* (clasa **Bangiophyceae**) reprezintă prototipul liniei de alge roșii din care au evoluat algele **Florideophyceae**. Această ipoteză se bazează pe prezența tilacoidului în formă de centură în cloroplastul stadiului *Conchocelis* și absența lui în stadiul foliaceu de la *Porphyra*. De asemenea, stadiul filamentos *Conchocelis* are creștere apicală precum algele roșii **Florideophyceae** (Scagel și colab., 1984).

Linia filamentoasă este cea care s-a dezvoltat cel mai bine la algele roșii. Pe baza caracterelor morfologice ale carpogonului și ale stadiilor de dezvoltare care au loc după fecundație, se consideră că **Nemalionales** este cel mai primitiv ordin de **Florideophyceae**, din care au evoluat (Fig. 46) toate celelalte ordine (Scagel și colab., 1984).

Se consideră că ciclul de dezvoltare trigenetic de la rodofite a provenit prin modificarea ciclului digenetic cu generații izomorfe. Această modificare s-a realizat prin reținerea și diviziunea mitotică a zigotului (2n) pe gametofitul femeiesc, ceea ce a dus la dezvoltarea carposporofitului diploid. O întârziere a meiozei ar duce la formarea carposporilor diploizi. Acest ciclu de dezvoltare ontogenetică este de tipul *Polysiphonia* (Scagel și colab., 1984).

Se consideră că algele roșii reprezintă o linie evolutivă închisă și nu sunt considerate nod filogenetic.

2.3.8. Încrengătura Euglenophyta

În încrengătura **Euglenophyta** (gr. eu = bun, adevărat; glene = scobitură; phyton = plantă) sunt cuprinse circa 1 000 de specii de alge protiste grupate în 40 de genuri. Euglenofitele prezintă caractere de alge, dar și de protozoare (Scagel și colab., 1984).

2.3.8.1. Morfologia talului

Majoritatea euglenofitelor au tal unicelular monadal și prezintă unul sau doi flageli (Fig. 47). Alte euglenofite sunt lipsite de flageli (Péterfi și Ionescu, 1979).

Forma celulelor este stabilă sau variabilă, în funcție de rigiditatea periplastului.

2.3.8.2. Structura celulară

Celula euglenofitelor este acoperită cu periplast, care poate fi flexibil sau rigid. La unele specii există un înveliș special numit **lorică** (Péterfi și Ionescu, 1979).

Protoplastul conține organite celulare specifice eucariotelor. Cloroplastele euglenofitelor conțin pigmenți asimilatori, precum **clorofilă a**, **clorofilă b**, **β -caroten** și **xantofile (diadinoxantină și luteină)**. În celulă se găsesc două sau mai multe cloroplaste. Forma cloroplastelor este diferită (discoidală, alungită, plată, de panglică). În general, în cloroplast, tilacoizii sunt aranjați în grupe de 3 până la 12. La unele specii, sunt prezenți și pirenoizi, iar poziția lor caracterizează anumite tipuri de cloroplaste (Scagel și colab., 1984).

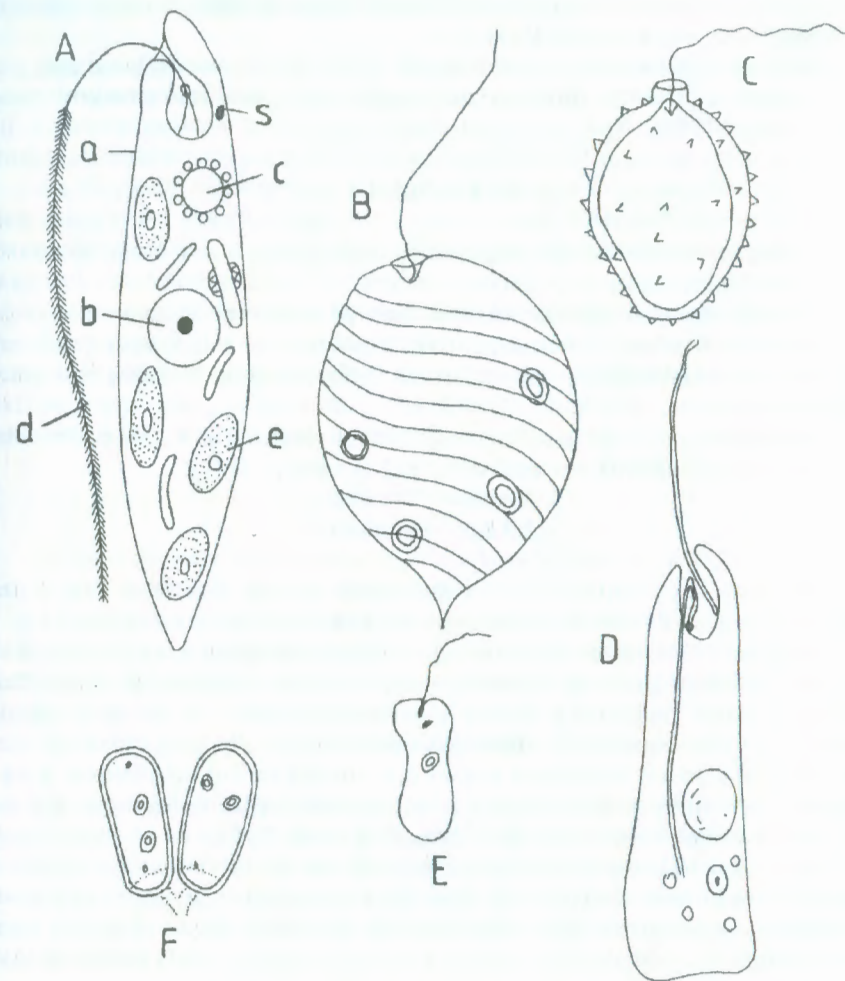


Fig. 47. Morfologia și structura talului la Euglenophyta:

A. *Euglena*: a. periplast; b. nucleu; c. vacuolă pulsatilă; d. flagel; e. cloroplast; s. stigmă;
B. *Phacus*; C. *Trachelomonas*; D. *Peranema*; E. stadiul mobil la *Colacium*;
F. stadiul fixat cu matrice la *Colacium*.

Celula euglenofitelor conține un singur nucleu mare, localizat central. Nucleul este învelișat din membrană nucleară, nucleoplasmă, fibre de cromatină și un singur nucleol denumit **endozom**. Cromozomii sunt condensați în timpul interfazei, iar nucleolul și membrana nucleară sunt prezenți în timpul diviziunii (Scagel și colab., 1984).

În partea anterioară a celulei există un canal îngust din care pornesc flagelii. Canalul se deschide într-un rezervor mare, la suprafața căruia sunt inserați flagelii. În

rezervor se golește conținutul vacuolelor contractile. Lângă rezervor există o stigmă mare, care este întotdeauna extraplastidială (Fig. 47).

De obicei, flagelii celulari sunt în număr de doi, dintre care cel puțin unul are peri laterali. La multe euglenofite, dintre cei doi flageli numai unul este emergent din canal (Scagel și colab., 1984).

2.3.8.3. Nutriția

În ceea ce privește nutriția, euglenofitele sunt autotrofe, mixotrofe și heterotrofe. Aproximativ 1/3 dintre euglenofite sunt fotosintetice.

Produsul de asimilație caracteristic este **paramilonul**. Acesta se depozitează întotdeauna extraplastidial, în citoplasmă; uneori, paramilonul este asociat cu pirenoidul. Forma și poziția grăuncioarelor de paramilon sunt constante și reprezintă caractere taxonomice importante.

Multe euglenofite sunt incolore și sunt heterotrofe obligate. Puține euglenofite sunt fagotrofe și ingerează particule din mediu (Scagel și colab., 1984).

2.3.8.4. Înmulțirea

Înmulțirea euglenofitelor se realizează numai pe cale vegetativă, prin diviziunea longitudinală a celulei. Această înmulțire se produce numai la stadiul mobil al celulei.

În timpul diviziunii, nucleul migrează în partea anterioară a celulei. În acest timp, stigma, cloroplastele și alte organite citoplasmice, inclusiv rezervorul și canalul flagelar, se pot divide. După replicarea completă a organitelor, apare clivajul prin invaginarea periplastului, la partea anterioară a celulei, între deschiderile celor două canale noi. Această linie de clivaj progresează spre partea posterioară, urmând helixul periplastului, până când celulele noi sunt conectate printr-un pod protoplasmatic îngust. Celulele noi pot rămâne atașate, pentru perioade variabile de timp (Scagel și colab., 1984).

În condiții nefavorabile de mediu, celulele euglenofitelor formează pereți groși protectori și se închistează. În stadiul de **chist**, unele celule sunt roșii, pentru că acumulează mari cantități de pigmenti denumiți hematocrom. De obicei, chistii plutesc la suprafața apei. Prin germinarea celulelor închistate se formează o singură celulă mobilă (Scagel și colab., 1984).

Reproducerea sexuală nu este cunoscută cu certitudine, la euglenofite (Dragoș și colab., 1997).

2.3.8.5. Clasificarea

Clasificarea euglenofitelor se bazează pe caracteristicile morfologice și structurale ale celulei. Cu excepția genului *Colacium*, toate celelalte genuri cuprind euglenofite mobile în stadiul vegetativ.

Încrângătura **Euglenophyta** cuprinde o singură clasă (**Euglenophyceae**) cu trei ordine: **Euglenales**, **Peranemales** și **Colaciales**.

Ordinul Euglenales

Acest ordin cuprinde euglenofite monadoide, solitare, libere, de culoare verde sau incolore. Celulele prezintă un singur flagel emergent din canalul flagelar sau mai mulți flageli. La aceste euglenofite, periplastul este flexibil sau rigid. Nutriția euglenalelor este fototrofă sau osmotrofă. Genurile caracteristice acestui ordin sunt *Euglena* și *Phacus*.

La *Euglena*, celulele sunt mobile, verzi și sunt acoperite cu periplast flexibil. Celulele prezintă doi flageli, dintre care numai unul este emergent din canalul flagelar. În citoplasma celulei se găsesc nucleul, stigma, vacuolele, cloroplastele, care prezintă pirenoid sau la care nu există acesta (Fig. 47).

Unele specii de *Euglena* acumulează hematocrom care le colorează în roșu.

La *Phacus* (Fig. 47), celulele sunt verzi, aplatizate și acoperite cu periplast rigid și triat. Striurile periplastului sunt evidente și sunt orientate longitudinal sau oblic și spiralat. În secțiune transversală, celulele au formă diferită: neregulată, foliacee, lenticulară sau triunghiulară (Péterfi și Ionescu, 1979).

Ordinul Peranemales

Acest ordin cuprinde euglenofite unicelulare, biflagelate, mobile, incolore, care se hrănesc în general fagotrof și mai puțin osmotrof.

La unele specii, ambii flageli sunt emergenți din canalul flagelar, iar la altele numai un flagel. La *Peranema* (Fig. 47), celulele sunt prevăzute cu doi flageli inegali, heterodinamici, emergenți din canalul flagelar (Péterfi și Ionescu, 1979).

Ordinul Colaciales

Acest ordin cuprinde specii coloniale, fototrofe, alcătuite din celule fără flageli. Celulele coloniei au un stadiu flagelat mobil, asemănător cu o celulă de *Euglena*.

La *Colacium* (Fig. 47), celulele sunt verzi, fototrofe și sunt fixate pe substrat prin intermediul unei secreții mucilaginoase. Prin diviziuni celulare succesive, în stadiul fixat, formează colonii dendroide în care celulele sunt legate prin pedunculi gelatinoși (Péterfi și Ionescu, 1979).

2.3.8.6. Mediul de viață

Euglenofitele sunt răspândite în ape dulci, în ape salmastre și mult mai rar în mediul marin. Unele specii sunt **epibionte** și se fixează pe alge, pe rotifere, pe nematode și pe crustacei mici. Alte euglenofite trăiesc ca **endoparaziți** în tubul digestiv al batracienilor, pe branhiile peștilor etc. (Péterfi și Ionescu, 1979).

Deseori însă, speciile de *Euglena* produc **înflorirea apei**, pe care o colorează în verde sau roșu (Péterfi și Ionescu, 1979).

2.3.8.7. Originea și evoluția

Euglenofitele nu se cunosc în stare fosilă. Aceste alge prezintă caractere de asemănare cu celelalte protiste. Morfologia nucleului la **Euglenophyta** pare asemănătoare cu cea de la **Dinophyta** și **Cryptophyta** (Scagel și colab., 1984).

Euglenofitele se aseamănă cu clorofitele, datorită clorofilelor a și b. Produsul de depozitare este asemănător cu laminarina. Datorită modului de nutriție, autotrof și mixotrof, se consideră că euglenofitele se aseamănă și cu alte organisme, precum protozoarele (Scagel și colab., 1984).

Toate aceste caractere dovedesc că euglenofitele sunt un grup vechi de alge care au provenit din protiste străvechi.

2.3.9. Încrângătura Chlorophyta

În încrângătura **Chlorophyta** (gr. chloros = verde; phyton = plantă) sunt cuprinse **algele verzi (clorofitele)**. Acestea formează un grup mare de alge care au diversitate morfologică și reproductivă. În literatură, sunt menționate peste 7 000 de specii și mai mult de 450 de genuri (Scagel și colab., 1984).

2.3.9.1. Morfologia talului

Din punct de vedere morfologic, algele verzi sunt relativ simple. Diversitatea morfologică a acestora include următoarele tipuri de tal: monadal (unicelular mobil), unicelular imobil, cenobial, colonial, sifonoplast, filamentos și parenchimatic.

2.3.9.2. Structura celulară

Algele verzi au structură celulară tipică eucariotă. Peretele celular este format din **celuloză (la interior) și substanțe pectice (la exterior)**. Unele clorofite au peretele celular mineralizat cu CaCO_3 . Protoplastul conține cloroplaste, mitocondrii, aparat Golgi, reticul endoplasmic, ribozomi, nucleu etc.

Cloroplastul este cea mai evidentă parte a celulei. Celulele conțin un singur cloroplast sau mai multe. La algele verzi, cloroplastul poate fi campanulat, stelat, bandiform, reticulat, sub formă de centură etc. Când există numeroase cloroplaste, acestea sunt mici, discoidale și, uneori, interconectate. Cloroplastul prezintă membrană dublă, stromă, tilacoizi și molecule de ADN. Tilacoizii sunt așezați în benzi; într-o bandă se găsesc 2 – 6 tilacoizi fuzionați.

Cloroplastele algelor verzi conțin, în tilacozi, pigmenți asimilatori caracteristici precum **clorofilă a și clorofilă b, β - caroten și xantofile precum luteina și zeaxantina** (Tab. 6). Pigmenții asimilatori dau culoarea verde caracteristică celulelor. În interiorul cloroplastului, poate exista pirenoidul – structură proteică care are rol în depozitarea produșilor de rezervă la algele verzi. Celulele mobile ale unor alge verzi conțin stigmă, în cloroplast (Scagel și colab., 1984).

Majoritatea celulelor mobile conțin vacuole contractile, care se umplu și se golesc încet și care se găsesc, de obicei, în partea apicală a celulei (Scagel și colab., 1984).

Algele verzi au celulele uninucleate sau plurinucleate. În funcție de stadiul ontogenetic de dezvoltare, nucleul poate fi haploid (n) sau diploid (2n). Din punct de vedere structural, nucleul este alcătuit din membrană nucleară, un nucleol, fibre de cromatină și nucleoplasmă (Péterfi și Ionescu, 1979).

Unele alge verzi **Chlorophyceae** au celule vegetative mobile. La anumite specii, numai celulele reproducătoare (zoosporii și gameții) prezintă flageli egali (2 sau 4 sau mai mulți) inserați apical sau subapical. La algele verzi **Oedogoniales**, zoosporii și gameții sunt stefanoconți. Aceștia au numeroși flageli (32 – 128) egali, dispuși sub formă de coroană și inserați subapical (Fig. 56).

Din punct de vedere structural, **aparatură flagelară** este alcătuită din flagel și corpusul bazal atașat microtubulilor celulari. Microtubulii formează rădăcini flagelare care au aspect striat și care sunt de două tipuri. Cel mai frecvent tip prezintă patru rădăcini microtubulare aranjate în cruce. La al doilea tip există doar o singură rădăcină microtubulară. Al doilea tip de rădăcină flagelară este caracteristic și gameților bărbatești mobili ai briofitelor și ai plantelor vasculare. Celulele mobile care au rădăcinile microtubulare așezate în cruce sunt simetrice, iar cele care au doar o singură rădăcină sunt asimetrice (Scagel și colab., 1984).

2.3.9.3. Nutriția

Algele verzi sunt organisme fotoautotrofe. Principalul produs de depozitare al clorofitelor este **amidonul** care este depozitat în cloroplast, în jurul pirenoidului. La unele alge verzi, amidonul este atât de abundent, încât forma cloroplastului devine neclară (Scagel și colab., 1984).

La algele verzi, s-au evidențiat și alți produși de rezervă: **glicerol (la Dunaliella), manitol (la Cladophora), steroli (sitosterol, fucosterol, ergosterol) și vitamine precum vitamina B₁₂, biotina și tiamina** (Péterfi și Ionescu, 1979).

2.3.9.4. Înmulțirea

Algele verzi prezintă diferite tipuri de înmulțire: **vegetativă, asexuată și sexuată**.

Înmulțirea vegetativă se realizează prin: diviziunea celulelor, fragmentarea talului (filamentos sau parenchimatic), propagule și bulbili.

Diviziunea celulelor se produce prin formarea unui perete celular drept sau oblic care împarte conținutul celular în două părți egale. Modalitatea de formare a peretelui celular diferă la algele verzi.

La unele specii, peretele celular se formează centripet, dinspre exteriorul celulei spre interiorul citoplasmei. La alte clorofite, formarea peretelui celular, în timpul diviziunii, începe din centrul celulei și înaintază **centrifug spre exteriorul protoplastului**. Acest mod de formare a peretelui celular seamănă superficial, cu cel de la briofite (mușchi) și plantele vasculare, dar se deosebește prin detaliile ultrastructurale. Modul de formare a peretelui

celular este un indicator al relațiilor filogenetice care există între algele verzi și embriofite (Scagel și colab., 1984).

Înmulțirea vegetativă se poate produce și prin fragmentarea talului filamentos (la *Ulothrix*, *Oedogonium*) sau prin detașarea de fragmente din talul parenchimatic (la *Ulva*). **Propagulele** sunt fragmente detașabile ale talului care regenerează alți indivizi. Acestea sunt caracteristice speciilor genului *Codium*. **Bulbii** au forme diferite (stelate, ovale etc.) și se formează prin depozitarea unor substanțe de rezervă în partea dilatată a rizoidului sau la baza cauloidului. Aceștia au rol în înmulțirea vegetativă a algelor verzi din ordinul **Charales** (Fig. 68).

Înmulțirea asexuată se realizează prin **zoospori** și **aplanospori**. În funcție de numărul de flageli, zoosporii sunt biflagelați, tetraflagelați sau stefanoconți.

Aplanosporii sunt spori imobili și sunt caracteristici anumitor alge verzi. La algele verzi **Chlorococcales**, într-o celulă se formează mai mulți aplanospori care sunt eliberați prin ruperea sau gelificarea peretelui celular.

Înmulțirea sexuală se realizează prin izogamie, anizogamie și oogamie. La algele verzi **Coleochaetaceae** și **Characeae** se întâlnește o oogamie superioară. La acestea, gameții se formează în gametangii (anteridie și oogon).

Un tip special de înmulțire sexuală este **conjugarea** (somatogamia, cistogamia). Aceasta constă în fuzionarea conținutului a două celule vegetative, care aparțin aceluiași tal sau la taluri diferite, prin intermediul unui tub de conjugare.

2.3.9.5. Dezvoltarea ontogenetică

Algele verzi se deosebesc între ele, în ceea ce privește caracteristicile ciclului de dezvoltare ontogenetică. Aceste alge sunt monoice și dioice.

În funcție de raportul dintre cele două generații (gametofit și sporofit), se disting următoarele tipuri ale ciclului de dezvoltare ontogenetică: monogenetic haplofazic, digenetic cu generații izomorfe sau heteromorfe și monogenetic diplofazic (Fig. 3).

Cea mai mare parte a algelor verzi sunt **haplobionte**. La acestea, faza haploidă este dominantă, iar stadiul diploid este reprezentat de zigot.

Alte alge verzi (*Ulva*, *Cladophora*) au ciclul de dezvoltare haplodiplofazic, cu două generații izomorfe și gametofit heterotalic. Anumite clorofite au ciclul de dezvoltare haplodiplofazic, cu generații heteromorfe și gametofit heterotalic. Un astfel de ciclu de dezvoltare se întâlnește la speciile genului *Derbesia*. La aceste specii, gametofitul este cunoscut sub numele de *Halicystis* (Fig. 66).

2.3.9.6. Clasificarea

Pe baza caracterelor morfologice, fiziologice și biochimice, algele verzi sunt grupate în mai multe clase, precum **Chlorophyceae**, **Bryopsidophyceae**, **Zygnematomyceae**, **Prasinophyceae** și **Charophyceae** (Tab. 8). Unii autori (Sitte și colab., 1998) diferențiază mai multe clase de alge verzi.

Caractere generale ale algelor verzi

Tabelul 8

Clasa	Celula (numărul de nuclei)	Structura peretelui celular	Stadiul dominant	Tipul de înmulțire sexuală
Chlorophyceae	uninucleată	celuloză, substanțe pectice	haploid, haploid/diploid	izogamie anizogamie oogamie
Bryopsidophyceae	plurinucleată	xilan, manan, celuloză (CaCO ₃)	diploid, haploid/diploid	izogamie anizogamie
Zygnematomyceae	uninucleată	celuloză, substanțe pectice	haploid	conjugare
Prasinophyceae	uninucleată	adesea lipsește (celuloză, substanțe pectice)	necunoscut	absentă
Charophyceae	uninucleată sau plurinucleată	celuloză, (substanțe pectice), CaCO ₃	haploid	oogamie (gametangiogamie)

2.3.9.6.1. Clasa Chlorophyceae

În clasa **Chlorophyceae** sunt cuprinse alge verzi care au talul variat (unicelular, cenobial, colonial, filamentos și parenchimatic) și care sunt grupate în mai multe ordine, precum **Volvocales**, **Chlorococcales**, **Ulotrichales**, **Chaetophorales** și **Oedogoniales**.

Ordinul Volvocales

Acest ordin cuprinde alge verzi unicelulare și coloniale, care au celulele vegetative flagelate. Înmulțirea vegetativă se realizează prin fragmentarea celulei, iar înmulțirea sexuală prin gametogamie (izogamie, anizogamie și oogamie). Ciclul de dezvoltare este monogenetic haplofazic.

Pentru acest ordin, este caracteristic *Chlamydomonas* (Fig. 48) care poate fi considerat reprezentantul primar din care au putut evolua majoritatea algelor verzi **Chlorophyceae**.

La *Chlamydomonas*, celulele vegetative prezintă la suprafață perete celular și doi flageli egali inserați pe un rostru, în partea anterioară. Cloroplastul are formă de clopot și conține în interior stigmă și pirenoid străbătut de tilacoizi. La baza flagelilor se găsesc două vacuole contractile, iar în centrul protoplastului este nucleul (n).

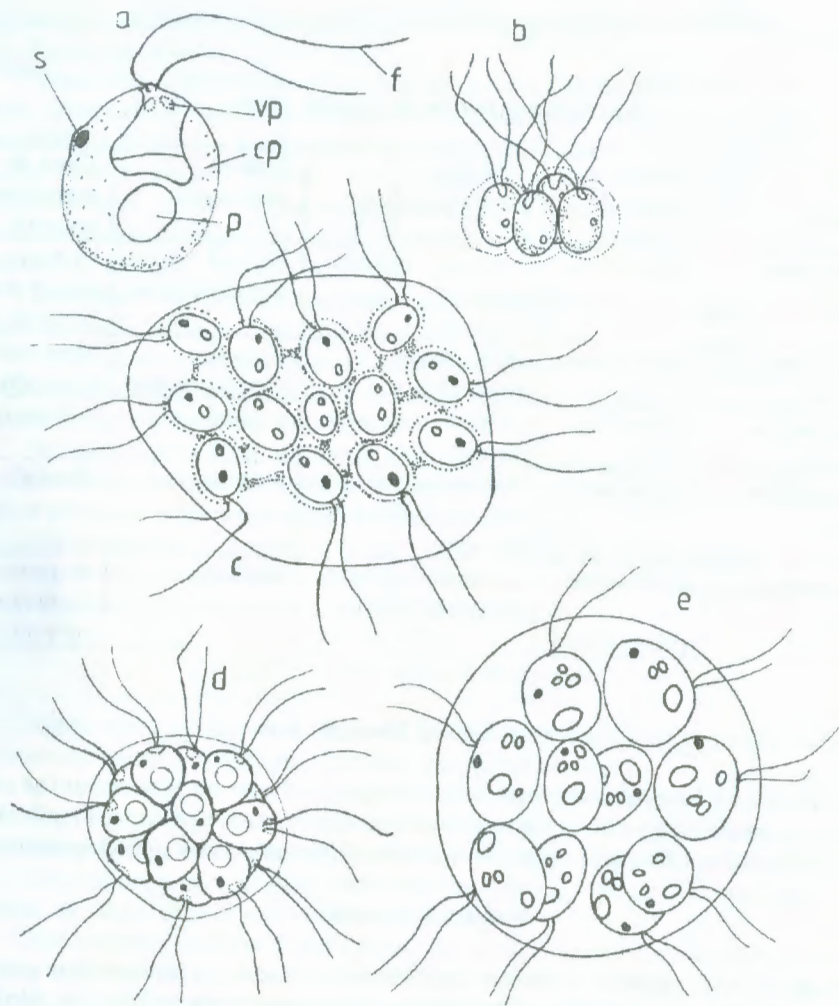


Fig. 48. Morfologia și structura talului la Volvocales:

a. *Chlamydomonas*: cp. cloroplast; f. flagel; p. pirenoid; s. stigmă; vp. vacuolă pulsatilă; b și c. *Gonium*; d. *Pandorina*; e. *Eudorina*.

Înmulțirea vegetativă se realizează prin diviziunea protoplastului și formarea de celule (4-16) biflagelate, similare morfologic cu celula parentală. Înmulțirea sexuală variază, în funcție de specie, de la **izogamie** (la *Chlamydomonas angulata*), la **anizogamie** (la *C. braunii*) și **oogamie** (la *C. coccifera*).

Celulele vegetative de *Chlamydomonas* funcționează ca și gametangii, care formează mai mulți (4 - 32) gameți biflagelați prin diviziune. După eliberare din celulă, gameții fuzionează câte doi și formează zigotul. Zigotul secretă un perete celulozic și

devine **zigospor** (zigot dormant) care poate supraviețui în condiții nefavorabile de mediu (temperatură, umiditate).

În condiții favorabile de mediu, zigotul germinează și formează câte 4 zoospori biflagelați care sunt eliberați din celulă. Fiecare zoospor crește și formează o celulă vegetativă tipică (Fig. 49).

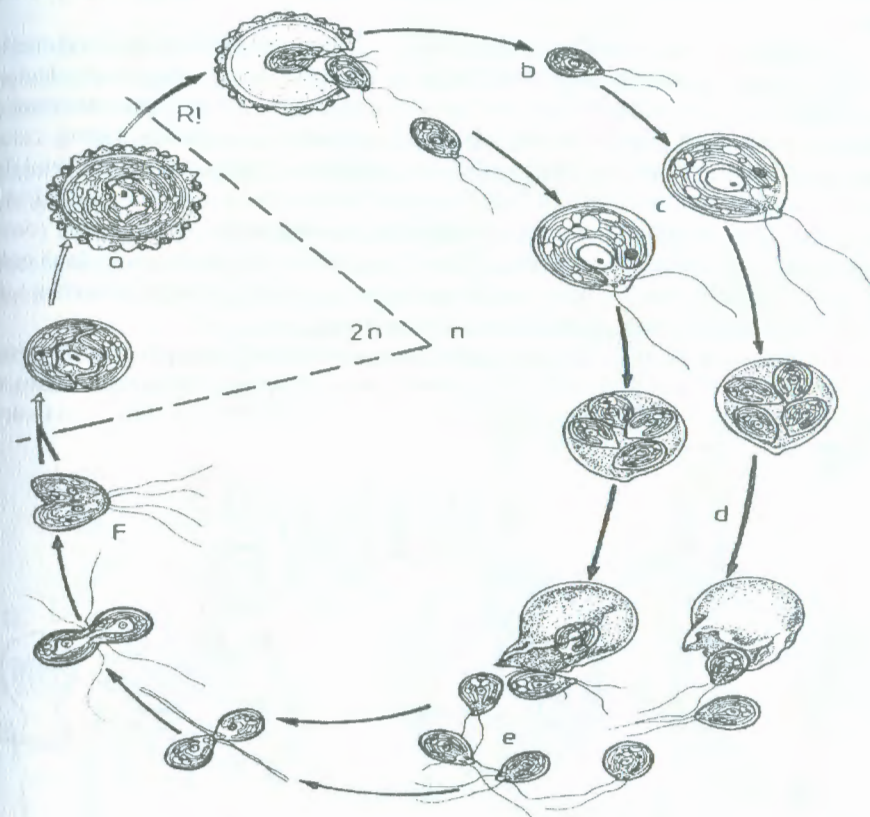


Fig. 49. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la *Chlamydomonas*:

a. zigot; b. zoospori; c. celulă vegetativă; d și e. formarea gameților; F. fecundație; R!. diviziune reducțională (meiotică).

La *Dunaliella*, celulele sunt biflagelate și sunt acoperite cu periplast. În jumătatea anterioară a celulei se găsește nucleul, iar în partea posterioară cloroplastul, în formă de clopot, care conține pirenoid. La unele specii, celula conține hematocrom și stigmă. Pentru prima dată, genul *Dunaliella* a fost descris de către E. Teodorescu, care a descoperit specia *Dunaliella salina*, în lacurile sărate, litorale, din Dobrogea (Pop și colab., 1983).

Volvocalele coloniale sunt alcătuite din celule asemănătoare cu celula vegetativă de *Chlamydomonas*. Celulele coloniei sunt legate între ele prin plasmodesme (punți citoplasmice) sau sunt menținute printr-o masă gelatinoasă.

La *Gonium*, coloniile sunt alcătuite din celule (4 – 16) dispuse într-un singur plan. La *Pandorina*, coloniile sunt disciforme, iar la *Eudorina* sunt elipsoidale (Fig. 48). La *Gonium*, *Pandorina* și *Eudorina*, toate celulele coloniei au rol în înmulțire. Astfel, fiecare celulă poate produce, prin diviziune, colonii identice cu colonia parentală (Fig. 48). La *Gonium* și *Pandorina*, înmulțirea sexuată se realizează prin izogamie, iar la *Eudorina* prin oogamie.

Coloniile de *Volvox* au formă sferică (0,5 – 2 mm) și sunt alcătuite din numeroase celule (500 – 50 000) asemănătoare morfologic și structural cu cele de *Chlamydomonas*. Celulele sunt așezate la suprafața coloniei și sunt legate între ele prin **plasmodesme**. La suprafața coloniei și în interior se găsește masa (matricea) gelatinoasă. Dintre celulele coloniei, doar câteva celule mai mari realizează înmulțirea vegetativă. Astfel, celulele se divid și formează colonii mici care au flagelii celulari la exterior (Scagel și colab., 1984).

La *Volvox*, înmulțirea sexuată se realizează prin **oogamie**. Ambii gameți (oosfera și anterozoidul) pot fi produși de aceeași colonie (la speciile monoice) sau de două colonii diferite (la speciile dioice). Unele specii de *Volvox* produc substanțe inductoare care determină formarea de gameți și/sau diferențierea acestora.

Formarea zigotului de *Volvox* și germinația acestuia sunt similare cu cele descrise la *Chlamydomonas*. Zigotul se divide și produce patru meiospori biflagelați, dintre care numai unul singur este viabil. Meiosporul înotă o scurtă perioadă de timp, după care se divide și produce o nouă colonie (Fig. 50).

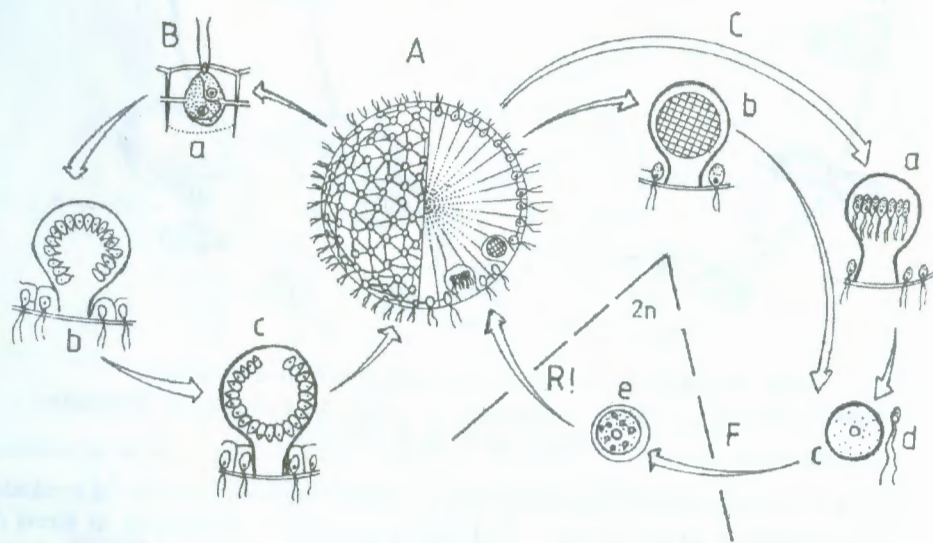


Fig. 50. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la *Volvox*:
A. colonie de *Volvox*; B. formarea coloniilor (a, b și c) fiice pe cale vegetativă;
C. înmulțirea sexuată prin oogamie: a. anteridie; b și c. oosferă; d. anterozoid; e. zigot;
F. fecundație; R!. diviziune redukțională.

În general, algele **Volvocales** sunt dulcicole. În apele dulci se întâlnesc specii de *Chlamydomonas*, *Gonium pectorale*, *Pandorina morum*, *Eudorina elegans* și *Volvox globator* (Pop și colab., 1983).

Ordinul Chlorococcales

În ordinul **Chlorococcales** (syn. **Protococcales**) sunt cuprinse alge verzi unicelulare, cenobiale și coloniale, care au celulele vegetative neflagelate (Pop și colab., 1983).

În general, structura celulei se aseamănă cu cea de la volvocale, ceea ce dovedește legătura filogenetică strânsă dintre acestea. Majoritatea clorofitelor din acest ordin conțin în celulă un singur nucleu (n).

Înmulțirea asexuată se realizează prin spori specializați (zoospori biflagelați sau apianospori), iar cea sexuată prin izogamie sau, mai rar, prin oogamie. La puține specii, se întâlnește înmulțirea vegetativă prin diviziunea celulei (Pop și colab., 1983).

Ciclul de dezvoltare ontogenetică este monogenetic haplofazic. Cele mai caracteristice alge aparțin genurilor *Chlorococcum*, *Pleurococcus*, *Chlorella*, *Hydrodictyon*, *Pediastrum* și *Scenedesmus* (Fig. 51).

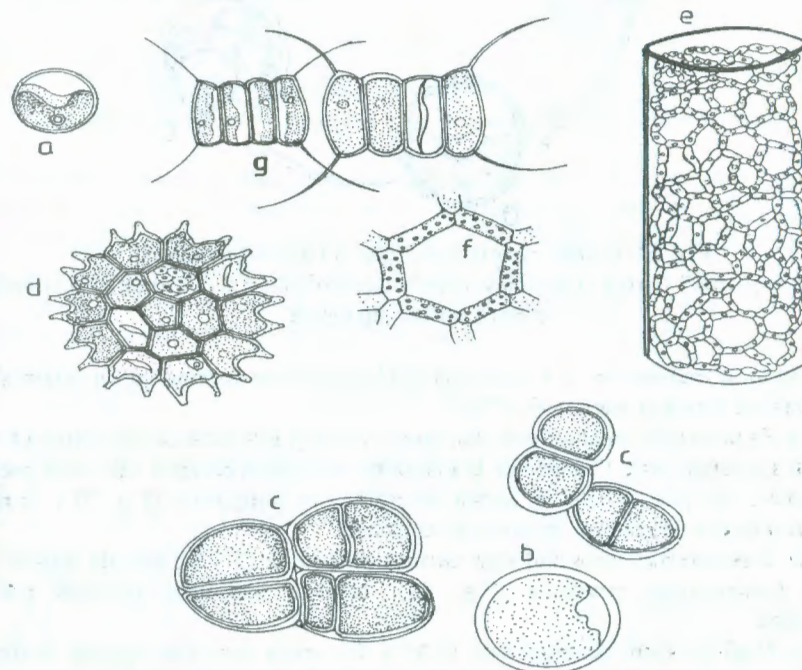


Fig. 51. Morfologia talului la **Chlorococcales**:
a. *Chlorella*; b. *Chlorococcum*; c. *Pleurococcus*; d. *Pediastrum*; e. *Hydrodictyon*: cenobiu tânăr în celulă parentală; f. cenobiu de *Hydrodictyon*; g. *Scenedesmus caudatus*.

La *Chlorococcum*, celulele sunt disciforme și conțin un cloroplast parietal, în formă de clopot, prevăzut cu pirenoid. O specie comună din acest gen este *Chlorococcum humicola*, care se întâlnește în natură, în locuri umede (pe sol, pe ziduri, scoarța copacilor).

La *Pleurococcus*, talul este unicelular și formează, prin diviziune, cenobii alcătuite din 2 - 8 celule. În natură, se întâlnește frecvent (Fig. 51) *Pleurococcus vulgaris* (verdeața zidurilor) care se dezvoltă pe ziduri și pe scoarța copacilor.

La *Chlorella*, talul este unicelular, are celula sferică și conține cloroplast parietal, campanulat, cu pirenoid. O specie comună în natură, în apă și pe sol umed, este *Chlorella vulgaris* (Fig. 51). La această specie, I. Grințescu a descoperit și a descris formarea aplanosporilor (Fig. 52).

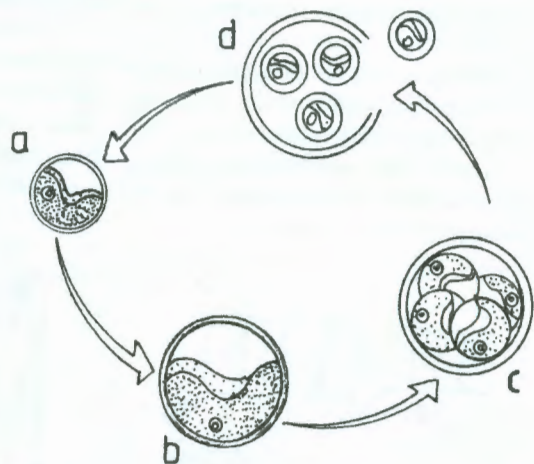


Fig. 52. Formarea aplanosporilor la *Chlorella vulgaris*:

a. celula vegetativă tânără; b. celula vegetativă dezvoltată; c și d. formarea și eliberarea aplanosporilor din celulă.

Genurile *Pediastrum*, *Scenedesmus* și *Hydrodictyon* cuprind specii cenobiale care au talul variat ca formă și mărime (Fig. 51).

La *Pediastrum*, cenobiul este disciform, stelat și este alcătuit din celule (4 - 128) dispuse într-un singur plan. Celulele de la marginea cenobiului prezintă câte două prelungiri citoplasmice, iar cele situate în partea centrală sunt poligonale (Fig. 51). Înmulțirea acestor specii se realizează prin zoospori și izogameți.

La *Scenedesmus*, cenobiul este alcătuit din celule (2 - 8), așezate într-un singur plan. La *Scenedesmus caudatus* (Fig. 51), celulele marginale prezintă prelungiri citoplasmice.

La *Hydrodictyon*, cenobiul este alcătuit din celule care sunt dispuse în formă de rețea. Inițial, celulele sunt uninucleate și apoi devin plurinucleate. Înmulțirea asexuată se realizează prin zoospori (Fig. 53), iar cea sexuată prin izogamie. În ape dulci (stagnante sau în curgătoare), este întâlnită *H. reticulatum* (Fig. 53), cunoscută sub denumirea de rețeaua apei.

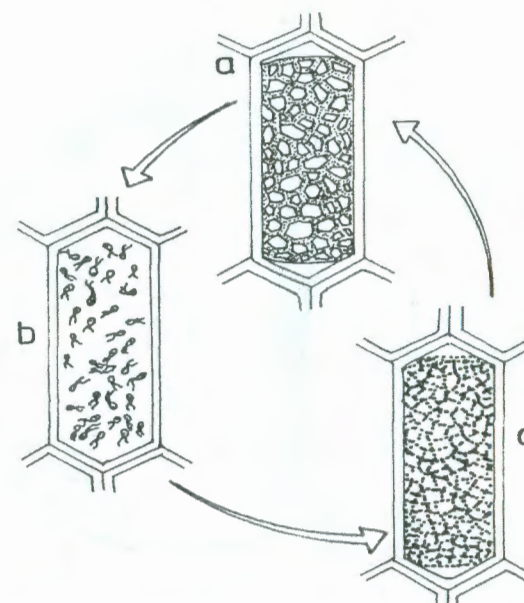


Fig. 53. Înmulțirea prin zoospori la *Hydrodictyon*:

a. celulă vegetativă; b. zoospori în celulă; c. formarea cenobiului tânăr.

O caracteristică comună a speciilor de *Scenedesmus*, *Pediastrum* și *Hydrodictyon* este aceea că zoosporii sunt reținuți în interiorul celulelor parentale, până la formarea unui cenobiu care are formă caracteristică. Numărul de celule ale cenobiului tânăr este egal cu numărul zoosporilor formați în celula parentală (Scagel și colab., 1984).

Cele mai multe specii de *Chlorococcales* se întâlnesc în ape dulci. Anumite specii s-au adaptat și se dezvoltă pe sol umed, ziduri sau scoarța copacilor (Pop și colab., 1983).

Ordinul Ulotrichales

Acest ordin cuprinde alge verzi care au talul filamentos sau parenchimatic, fixat de substrat. Clorofitele cu tal parenchimatic au formă foliacee (lamelară). Creșterea talului este apicală sau intercalară. La *Ulotrichales*, ciclul de dezvoltare este digenetic haplodiplofazic sau monogenetic haplofazic. Dintre genurile caracteristice acestui ordin menționăm *Ulothrix*, *Ulva* și *Enteromorpha*.

La *Ulothrix* (Fig. 54), talul este filamentos și este fixat de substrat printr-o celulă rizoidală, alungită și incoloră. Cu excepția celulei bazale, toate celulele conțin câte un cloroplast, în formă de centură, pe care se află pirenoidi (Pop și colab., 1983).

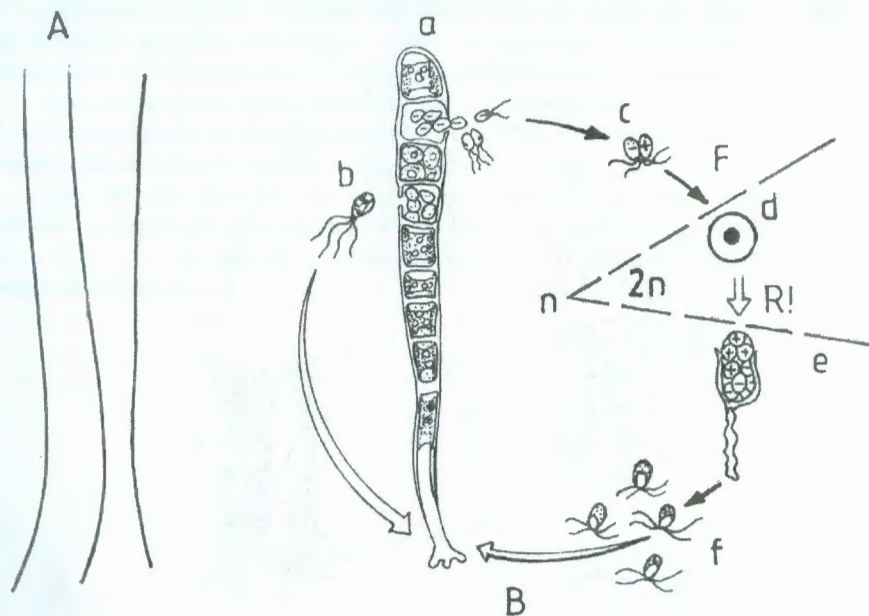


Fig. 54. Morfologia talului și înmulțirea la *Ulothrix zonata*:

A. aspect macroscopic al talului; B. ciclul de dezvoltare monogenetic haplofazic: a. aspect microscopic al talului; b. zoospori; c. izogameți; d. zigot; e și f. zoospori; F. fecundație; R!. diviziune reduțională (meiotică).

Fiecare celulă de *Ulothrix* este capabilă să formeze izogameți tetraflagelați sau zoospori biflagelați, cu flageli apicali. Speciile dulcicole de *Ulothrix* produc, în urma fecundației, un zigot dormant, precum *Chlamydomonas*. O specie dulcicolă comună este *Ulothrix zonata* (Fig. 54). Speciile marine de *Ulothrix* au talul mai mare decât cele dulcicole.

La *Ulva*, talul este parenchimatic și are formă foliacee. Inițial, talul se prezintă sub forma unui filament unistratificat. Mai târziu, prin diviziuni celulare în mai multe planuri, se formează talul foliaceu, alcătuit din două straturi de celule aflate în contact strâns. Celulele bazale ale talului sunt rizoidale și se agregă, pentru a forma un cauloid de susținere.

Ciclul de dezvoltare este haplodiplofazic, cu două generații izomorfe și gametofit dioic (Fig. 55). Gametofitul bărbătesc se aseamănă morfologic cu gametofitul femeiesc. Cu excepția celulelor bazale, care, de obicei, rămân sterile, toate celelalte celule ale gametofitului sunt capabile să producă izogameți (biflagelați și asimetrici). În urma fuziunii gameților, se formează zigotul. Înainte de a germina, zigotul secretă un perete celulozic, apoi formează un filament pluricelular, prin diviziuni succesive, care dă naștere sporofitului ($2n$).

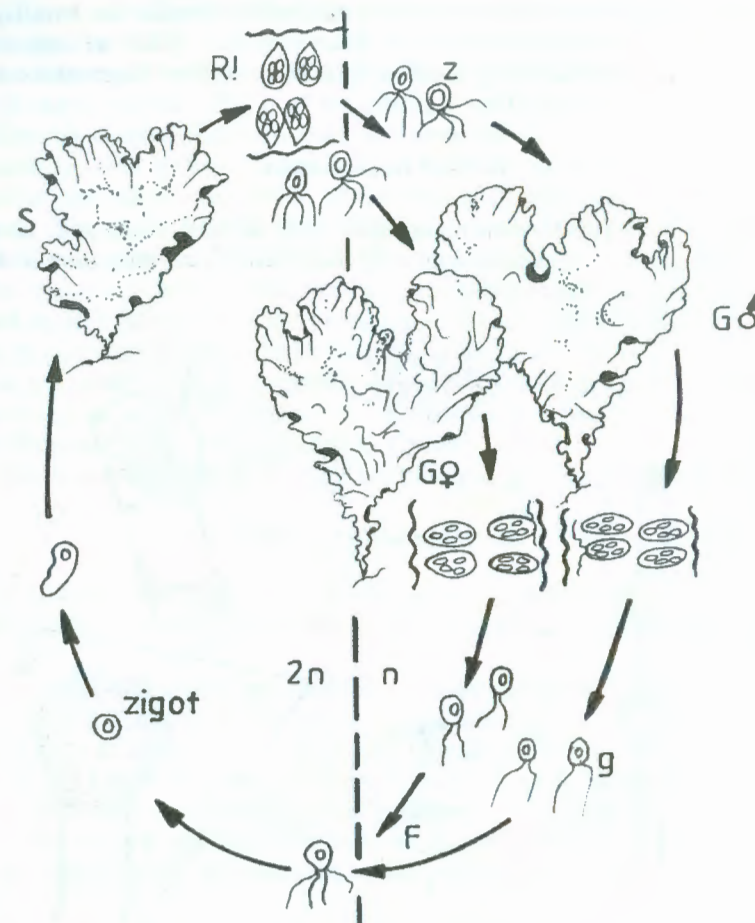


Fig. 55. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la *Ulva*:

S. sporofit; G♀. gametofit femeiesc; G♂. gametofit bărbătesc; R!. diviziune reduțională (meiotică); F. fecundație; z. zoospori; g. gameți.

Sporofitul este foliaceu și prezintă la bază celule rizoidale sterile. Toate celelalte celule ale sporofitului sunt capabile să producă, prin meioză și apoi mitoze succesive, zoospori tetraflagelați și asimetrici. Zoosporii înnoată, apoi se fixează pe substrat, pierd flagelii și secretă un perete celulozic. Prin diviziuni mitotice succesive se formează un filament și apoi gametofitul (bărbătesc și femeiesc) foliaceu (Scagel și colab., 1984).

Dintre speciile care trăiesc în Marea Neagră menționăm *Ulva lactuca* și *Ulva latissima*, cunoscute sub denumirea de salata mărilor (Pop și colab., 1983).

La *Enteromorpha*, talul este tubulos și este alcătuit dintr-un singur strat (monostromatic) de celule. Talul poate fi simplu (neramificat) sau ramificat și este fixat pe

substrat. Aceste specii se înmulțesc asexuat prin zoospori (biflagelați sau tetraflagelați), iar sexuat prin izogamie și heterogamie. La *Enteromorpha*, ciclul de dezvoltare este haplodiplofazic și este asemănător cu cel de la *Ulva*. În apele Mării Negre este comună alga verde *Enteromorpha intestinalis* (Pop și colab., 1983).

Ordinul Oedogoniales

Acest ordin cuprinde numeroase specii care au talul filamentos, unistratificat, neramificat sau ramificat. Ciclul biologic (de dezvoltare) este monogenetic haplofazic (Péterfi și Ionescu, 1979).

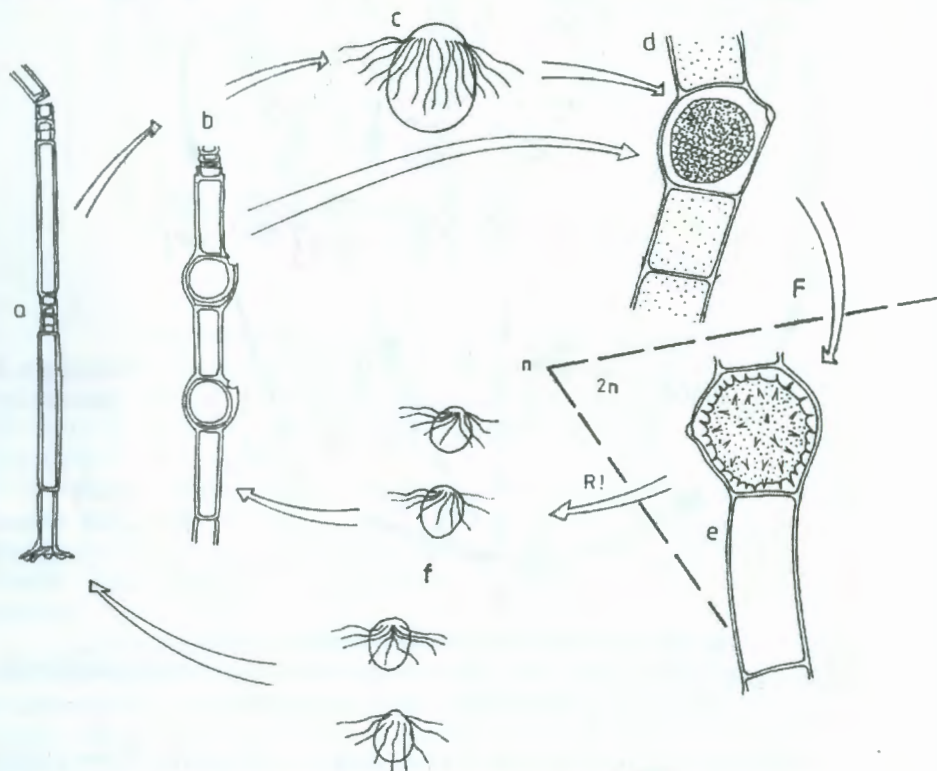


Fig. 56. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la *Oedogonium*:

a. gametofit bărbătesc; b. gametofit femeiesc cu oogoane; c. anterozoid stefanocont; d. oogon; e. zigot; f. zoospori stefanoconți; F. fecundație; R!. diviziune reducțională.

Cel mai caracteristic gen al acestui ordin este *Oedogonium*. Acest gen cuprinde specii monoice și dioice, care au talul filamentos, neramificat și fixat pe substrat printr-o celulă rizoidală. Celulele talului sunt prozenchimatice și conțin un nucleu (haploid), citoplasmă și un cloroplast mare, reticulat, cu pirenoizi (Pop și colab., 1983).

La *Oedogonium*, creșterea talului este intercalară. Diviziunea celulară este unică, prin aceea că se formează inele celulozice la polul anterior al celulelor vegetative. Aceste inele sunt rămășițe ale pereților celulari parentali și sunt importante pentru recunoașterea speciilor (Scagel și colab., 1984).

Înmulțirea asexuată se realizează prin zoospori, iar cea sexuată prin oogamie. La *Oedogonium*, în ciclul biologic se întâlnesc zoospori și anterozoizi stefanoconți (Fig. 56). Unele celule ale talului (n) devin gametangii și produc unul sau doi anterozoizi stefanoconți. Alte celule din tal devin oogoane în care se formează o singură oosferă voluminoasă. La maturitate, în peretele oogonului se formează o deschidere laterală, prin gelificarea peretelui celular. Prin această deschidere pătrunde un anterozoid care fecundează oosfera. În acest mod se formează zigotul care secretă un înveliș gros, protector și devine oospor. Învelișul oosporului asigură supraviețuirea, în condiții nefavorabile de mediu. La germinare, nucleul oosporului se divide (meiotic și apoi mitotic) și astfel se formează câte patru zoospori stefanoconți. Zoosporii sunt eliberați, se fixează pe substrat, se divid și formează fiecare câte o nouă algă (Fig. 56).

Majoritatea speciilor de *Oedogonium* trăiesc în ape dulci (Pop și colab., 1983).

Ordinul Chaetophorales

Acest ordin cuprinde alge cu tal filamentos, ramificat și prevăzut terminal cu peri unicelulari sau pluricelulari. Celulele talului sunt uninucleate și conțin un cloroplast parietal cu pirenoizi.

La *Chaetophora*, talul este filamentos, ramificat și prevăzut, terminal, cu peri lungi și pluricelulari. Unele specii ale acestui gen au talul impregnat cu calcar.

La *Coleochaete* (Fig. 57), talul este alcătuit din filamente ramificate, prevăzute terminal cu peri subțiri. Frecvent, filamentele sunt reunite în pernțe mici și disciforme. Celulele talului conțin un cloroplast parietal cu un pirenoid.

Ciclul biologic (de dezvoltare) este monogenetic haplofazic. Înmulțirea asexuată se realizează prin zoospori, iar înmulțirea sexuată prin oogamie, care prezintă particularități specifice.

De pe talul de *Coleochaete* se ridică filamente scurte, ramificate, pe care se formează anteridii și oogoane. Anteridia produce un singur anterozoid asimetric, prevăzut cu doi flageli. Oogonul prezintă o parte bazală voluminoasă în care se formează oosfera și o prelungire subțire. Anterozoidul pătrunde în oogon, fecundează oosfera și astfel se formează zigotul.

După fecundare, zigotul rămâne în oogon și este acoperit cu filamente pluricelulare vegetative, haploide, care formează un înveliș protector (Fig. 57). Filamentele pluricelulare se dezvoltă din celulele vegetative de la baza oogonului. Primăvara, zigotul germinează, se divide meiotic și apoi mitotic. Astfel, se formează zoosporii (16 sau 32) asimetrici, biflagelați, care se fixează pe substrat și dau naștere la alți gametofiți. Zigotul acoperit cu filamente pluricelulare se aseamănă cu un arhegon. Luând în considerare această asemănare, precum și oogamia de tip superior, unii autori consideră că din aceste alge au evoluat strămoșii cormofitelor (Pop și colab., 1983).

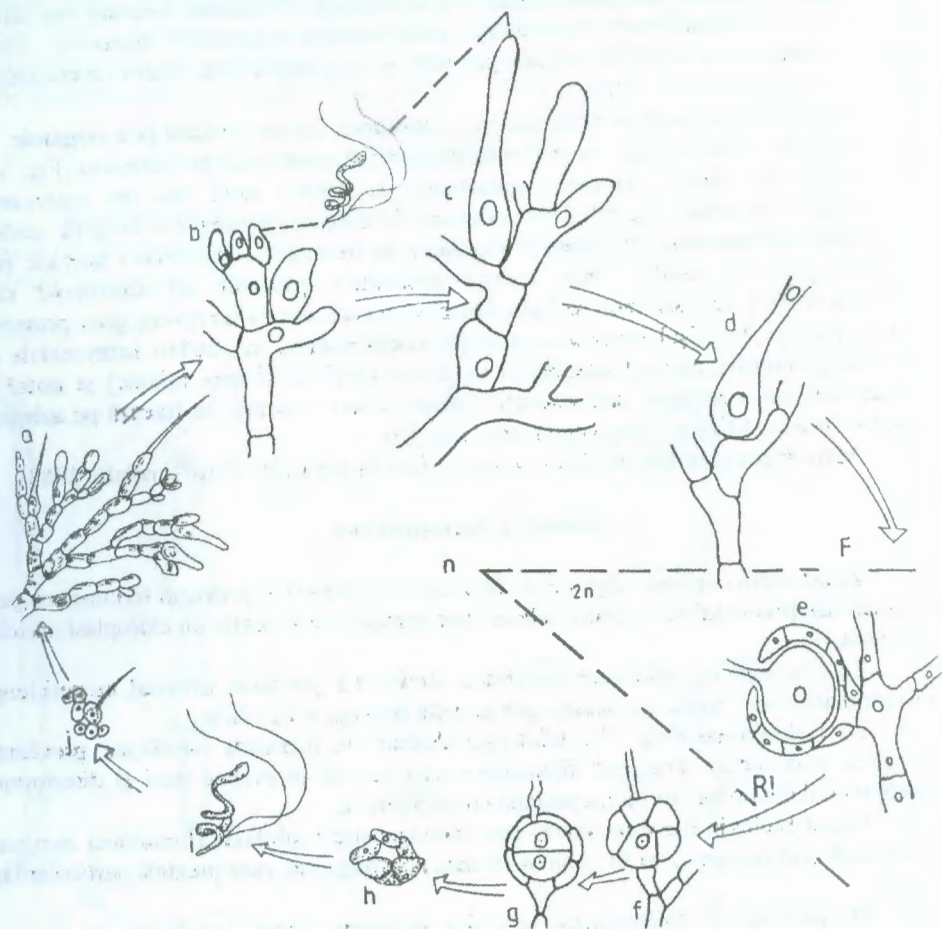


Fig. 57. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la *Coleochaete*:

a. gametofit filamentos; b. anteridie cu anterozoid; c. oogon cu oosferă; d. pătrunderea anterozoidului în oogon; e. zigot acoperit de filamente; f, g și h. formarea zoosporilor; i. zoospor; j. gametofit tânăr; F. fecundație; R!. diviziune reducțională.

Ordinul **Chaetophorales** cuprinde specii acvatice (dulcicole și marine) și specii tericole care trăiesc pe sol umed. În apele dulci se întâlnesc specii de *Chaetophora*, *Draparnaldia* (Fig. 58) și *Coleochaete* etc., iar pe soluri umede specii de *Frittschiella* (Péterfi și Ionescu, 1979).

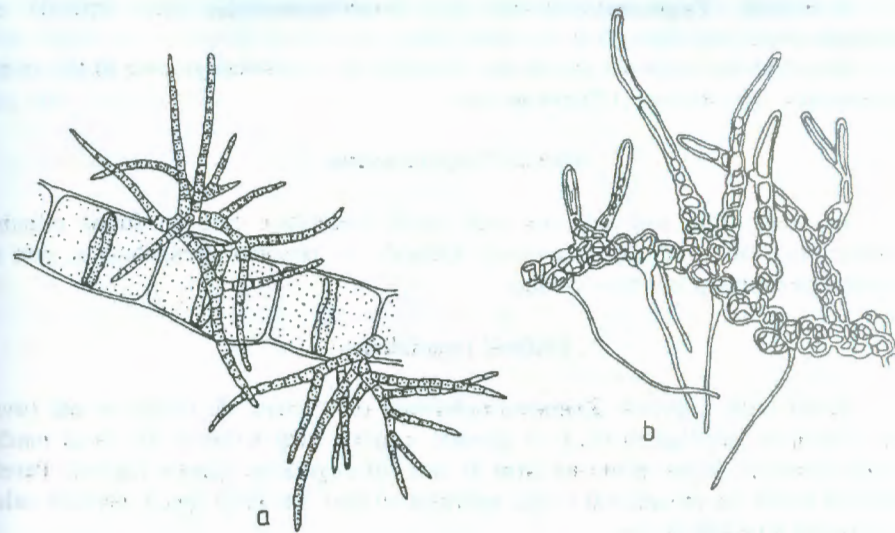


Fig. 58. Morfologia talului la **Chaetophorales**:

a. *Draparnaldia*; b. *Frittschiella*.

2.3.9.6.2. Clasa Zygnematophyceae

În clasa **Zygnematophyceae** (syn. **Conjugatophyceae**) sunt cuprinse alge verzi, unicelulare și filamentoase, care nu au celule flagelate în nici un stadiu al dezvoltării ontogenetice. Majoritatea clorofitelor unicelulare au celula alcătuită din două jumătăți simetrice.

Caracterul principal al acestor clorofite este înmulțirea sexuală care se realizează prin **conjugare** (somatogamie, cistogamie), de unde provine și numele clasei. Conjugarea constă în fuziunea conținutului a două celule vegetative, prin intermediul unui tub de copulare (conjugare). La punctul de contact al celor două prelungiri formate de celule, peretele celular se gelifică și astfel se formează tubul de copulare.

Conjugarea poate fi **izogamă** și **anizogamă**. În cazul conjugării izogame, conținutul celor două celule fuzionează la mijlocul tubului de copulare, unde se formează zigotul. Dacă conținutul unei celule trece, prin tubul de copulare, în cealaltă celulă, unde se formează zigotul, conjugarea este anizogamă.

Zigotul se înconjoară cu un înveliș gros și devine zigospor, care este rezistent la condițiile nefavorabile de mediu. La germinarea zigosporului, nucleul ($2n$), se divide reducțional și apoi mitotic; astfel, se formează 4 nuclee (n). La unele **Zygnematophyceae**, cei 4 nuclee formați prin diviziune sunt viabili; la altele, din cei 4 nuclee, 2 sau 3 degenerază, iar ceilalți sunt viabili și vor forma celule care generează alți indivizi.

La **Zygnematophyceae**, înmulțirea vegetativă se realizează prin fragmentarea celulei (la cele unicelulare) și prin fragmentarea talului (la cele filamentoase).

Clorofitele **Zygnematophyceae** sunt **haplobionte**, iar faza diploidă este reprezentată numai prin zigot (Pop și colab., 1983).

Această clasă cuprinde numeroase clorofite de apă dulce, grupate în trei ordine: **Mesotaeniales**, **Desmidiiales** și **Zygnematales**.

Ordinul Mesotaeniales

În acest ordin sunt cuprinse alge verzi unicelulare care au formă cilindrică (*Cylindrocystis*) sau ovală (*Mesotaenium*). Celulele nu prezintă ștrangulație și pori sau ornameții pe suprafața peretelui celular.

Ordinul Desmidiiales

Acest ordin cuprinde **Zygnematophyceae** unicelulare, de formă variată (ovală, stelată, cilindrică, semilunară etc.). În general, celulele sunt alcătuite din două jumătăți simetrice, distincte, legate printr-un **istm** în care, de regulă, se găsește nucleul. Peretele celular este neted sau ornat și este prevăzut cu pori. La unele specii, peretele celular este impregnat cu săruri de fier.

Înmulțirea vegetativă se realizează prin diviziunea celulei, care este precedată de fragmentarea nucleului. Fragmentarea celulei se realizează în zona mediană și constă în separarea celor două jumătăți simetrice. Apoi, conținutul fiecărei jumătăți de celulă se mărește și se întinde în partea opusă, formând jumătatea simetrică (Fig. 59).

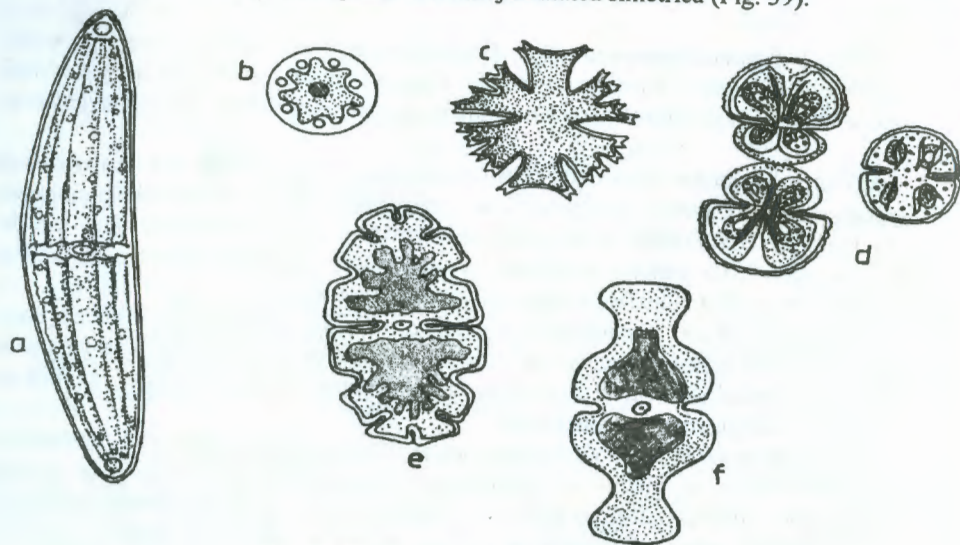


Fig. 59. Morfologia talului la Desmidiiales:

a. *Closterium*; b. celulă de *Closterium*, în secțiune transversală, cu cloroplast stelat și pirenoizi; c. *Micrasterias*; d. *Cosmarium*; e. *Euastrum lobatum*; f. *Euastrum ansatum*.

Înmulțirea sexuată este mai puțin frecventă și are loc, în general, în condiții nefavorabile de mediu. La germinarea zigosporei, nucleul ($2n$) se divide meiotic și apoi mitotic. Astfel, se formează 4 nuclee din care, în funcție de specie, 2 sau 3 degenerază (Fig. 60).

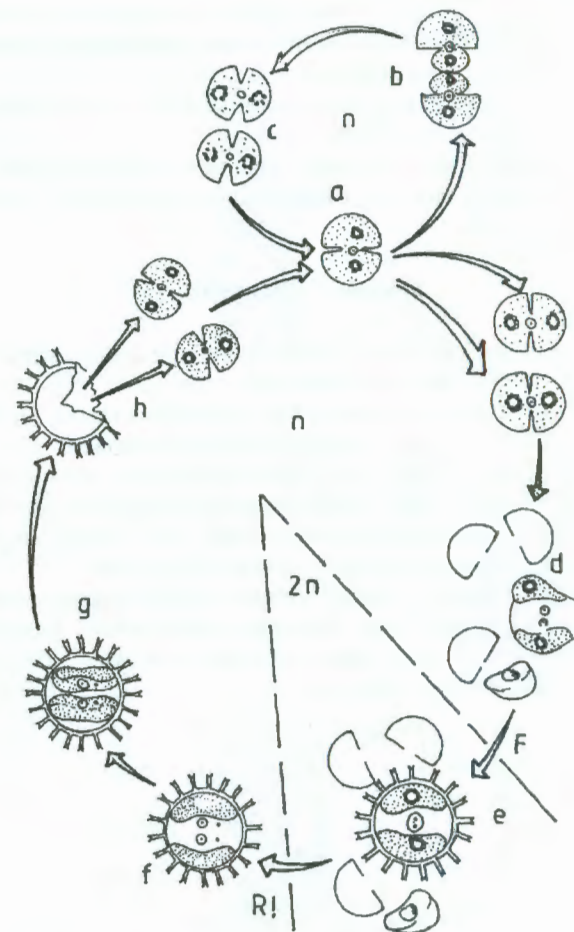


Fig. 60. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la *Cosmarium*:

a. celulă vegetativă; b. fragmentarea celulei; c. celule fiice; d. conjugarea a două celule vegetative; e. zigot; f. celulă cu doi nuclee viabili; g și h. celule vegetative tinere; F. fecundație; R!. diviziune reducțională.

Genurile caracteristice acestui ordin sunt *Closterium*, *Cosmarium*, *Euastrum*, *Micrasterias* etc. (Fig. 59). Caracterele morfologice ale celulelor sunt diferite.

La *Closterium*, celulele sunt solitare și nu prezintă **istm**. Principala formă caracteristică pentru acest gen este de semilună. La fiecare extremitate a celulei se află o

vacuolă mică, ce conține cristale de sulfat de calciu. În citoplasmă se găsește un cloroplast cu numeroși pirenoizi așezați linear.

La *Cosmarium*, celulele sunt elipsoidale și sunt prevăzute cu istm și ornamentații pe suprafața peretelui celular. În citoplasmă se găsesc 2 – 4 cloroplaste centrale, de formă stelată, cu pirenoid.

La *Euastrum*, celulele sunt elipsoidale și sunt prevăzute cu istm și cu lobi rotunjiți. Numărul lobilor este diferit, în funcție de specie (Fig. 59).

La *Micrasterias*, celulele sunt divizate în lobi profunzi, lineari și au formă caracteristică (Péterfi și Ionescu, 1979).

Ordinul **Desmidiaceae** cuprinde circa 4 000 de specii cosmopolite, dintre care unele sunt indicatori ai compoziției chimice a apelor sau ai temperaturii (Péterfi și Ionescu, 1979).

Ordinul Zygnematales

Acest ordin cuprinde alge verzi filamentoase, cilindrice, neramificate și prevăzute cu rizoizi. Unele specii sunt monoice, iar altele sunt dioice.

Înmulțirea vegetativă se realizează prin fragmentarea talului, iar înmulțirea sexuală prin **conjugare**. La speciile dioice, conjugarea este **scalariformă** și se realizează între celule situate pe două filamente diferite. La speciile monoice, conjugarea este laterală și constă în fuziunea conținutului a două celule vecine, pentru a forma zigotul. Prin diviziunea nucleului zigotic se formează 4 nuclei haploizi, dintre care 3 nuclei degenerază. Nucleul viabil va forma o celulă care se divide și generează un individ nou.

Caracterele morfologice și structurale ale celulelor talului variază, în funcție de specie. La *Zygnema* (Fig. 61), talul este filamentos și este alcătuit din celule prevăzute cu două cloroplaste stelate, situate de o parte și de alta a nucleului. Cloroplastele prezintă prelungiri în formă de raze și câte un pirenoid.

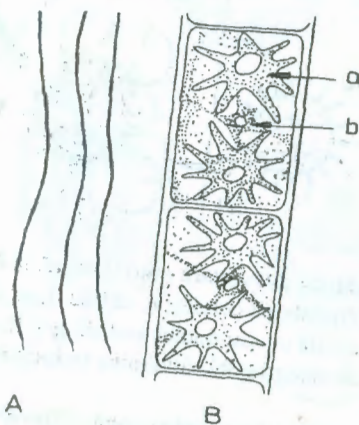


Fig. 61. Morfologia și structura talului la *Zygnema*:

A. aspect macroscopic al talului; B. structura talului: a. cloroplast stelat cu pirenoid; b. nucleu (n).

Filamentele de *Spirogyra* sunt alcătuite din celule cilindrice, prozenchimatice, care conțin cloroplaste (1-16) parietale, așezate spiralat. Cloroplastele conțin numeroși pirenoizi dispuși în șir. În centrul celulei se găsește nucleul care este înconjurat de citoplasmă perinucleară (Péterfi și Ionescu, 1979).

La *Spirogyra*, conjugarea este **anizogamă** (Fig. 62). Acest gen cuprinde circa 300 de specii de apă dulce, cunoscute sub denumirea populară de **mătasea broaștei**.

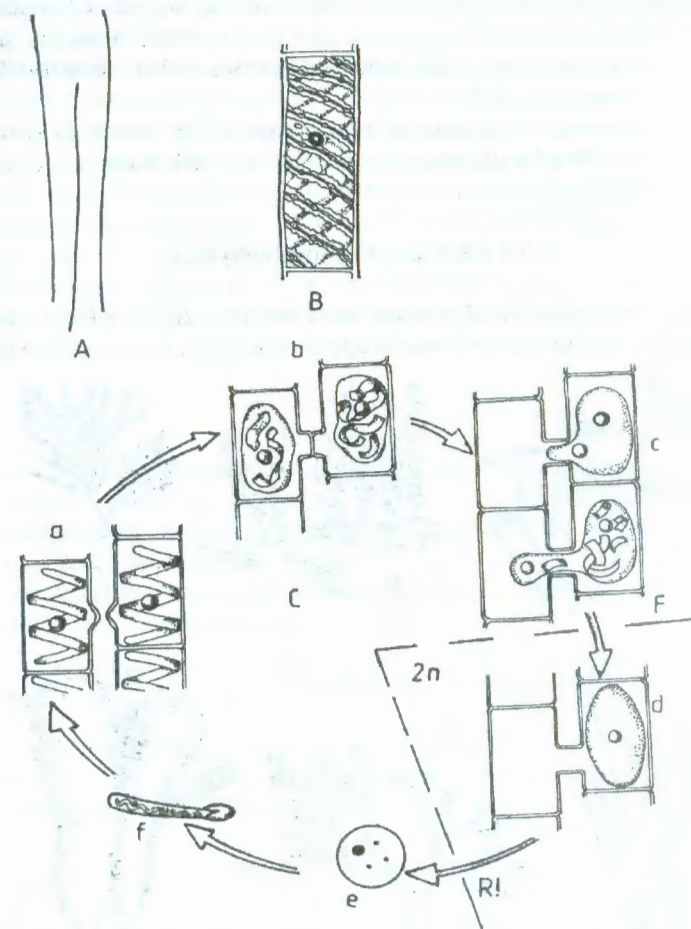


Fig. 62. Morfologia, structura talului și înmulțirea prin conjugare la *Spirogyra*:

A. aspect macroscopic al talului; B. celulă de *Spirogyra*, cu cloroplast bandiform (cu pirenoizi) și nucleu; C. înmulțire prin conjugare: a. filamente de *Spirogyra*; b. formarea tubului de conjugare între două celule; c. conjugare (somatogamie); d. zigot; e. germinarea zigotului și formarea unui nucleu viabil; f. filament tânăr; F. fecundație; R! diviziune reducțională.

2.3.9.6.3. Clasa Prasinophyceae

Această clasă cuprinde clorofite unicelulare și coloniale care au celule flagelate. Celulele prezintă un număr diferit de flageli (2, 4 sau mai mulți) egali sau inegali, în funcție de gen și specie. Suprafața celulei și a flagelilor sunt acoperite cu solzi și peri. Flagelii ies dintr-o depresiune apicală în care se varsă conținutul a două vacuole contractile. În celulă se găsește un cloroplast, în formă de clopot, care conține stigmă. Cloroplastul conține pigmenți caracteristici clorofitelor și pigmenți specifici (o xantofilă numită **micrononă** și **sifoneină**). Produșii de asimilație sunt **amidonul** (intraplastidial), **manitolul** și **granule lipidice** (Péterfi și Ionescu, 1979).

Înmulțirea asexuată se realizează prin zoospori, iar înmulțirea sexuată nu este cunoscută. Clorofitele **Prasinophyceae** sunt marine sau dulcicole și prezintă caractere citologice primitive (Péterfi și Ionescu, 1979).

2.3.9.6.4. Clasa Bryopsidophyceae

Această clasă cuprinde alge verzi macroscopice, cu tal sifonal sau filamentos (Fig.63). Majoritatea speciilor se întâlnesc în ape marine calde, iar câteva sunt dulcicole.

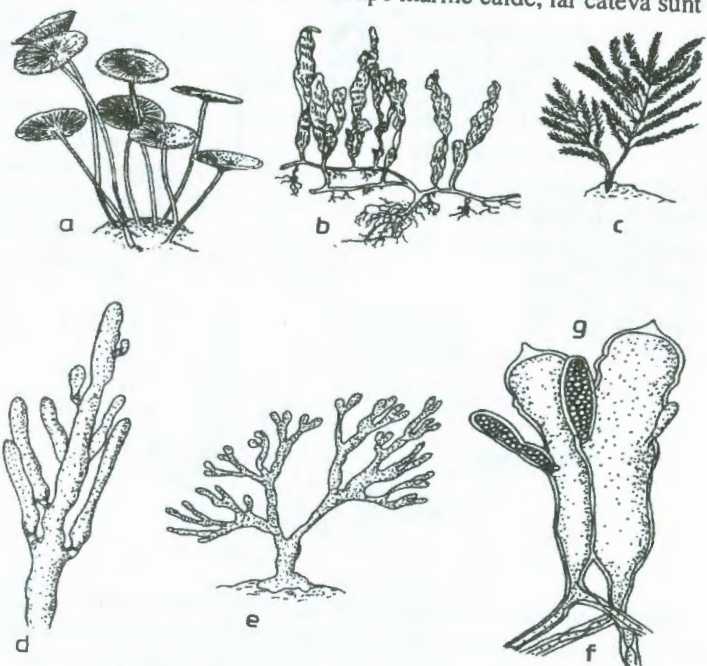


Fig. 63. Morfologia talului la **Bryopsidophyceae**:

a. *Acetabularia mediterranea*; b. *Caulerpa prolifera*; c și d. *Bryopsis plumosa*; e. *Codium*; f. *Codium*: fragment de tal cu gametangii (g).

Structura celulară

La **Bryopsidophyceae**, peretele celular are structură chimică variabilă, în funcție de grupul taxonomic și stadiul de dezvoltare ontogenetică (Tab. 8). Unele specii au peretele celular alcătuit din **xilan** și **manan**, iar altele din **celuloză**. La *Bryopsis* și *Derbesia*, peretele celular al sporofitului conține manan, iar al gametofitului celuloză sau xilan. Multe specii tropicale au CaCO_3 în pereții celulari și sunt importante în formarea recifelor de corali (Scagel și colab., 1984).

În celulă se găsesc numeroși nuclei, cloroplaste și alte organite celulare. Celulele sunt plurinucleate, la maturitate. În general, celulele au cloroplaste mici, discoidale, cu sau fără pirenoid. Pe lângă cloroplaste, unele specii au plastide incolore, care conțin amidon, dar nu au tilacoizi. La aceste clorofite, amidonul este prezent și în citoplasmă.

Algele verzi **Bryopsidophyceae** conțin, în cloroplaste, pigmenți asimilatori identici cu cei de la **Chlorophyceae**. Unele specii conțin, în plus, carotenoizi care nu s-au înregistrat la alte alge (Scagel și colab., 1984).

Algele **Bryopsidophyceae** cu tal sifonal conțin o vacuolă centrală, care ocupă partea principală a celulei, iar stratul de citoplasmă este lipit de peretele celular (Scagel și colab., 1984).

Înmulțirea

Clorofitele **Bryopsidophyceae** prezintă diferite tipuri de înmulțire vegetativă, asexuată și sexuată. Înmulțirea vegetativă se realizează prin fragmentarea talului, iar înmulțirea asexuată prin zoospori (tetraflagelați, stefanoconți). Înmulțirea sexuată se produce prin izogamie și anizogamie (Tab. 8).

Celulele reproducătoare mobile au rădăcinile flagelare așezate în cruce, ca la majoritatea algelor verzi **Chlorophyceae**.

Clasificarea

Pe baza caracterelor morfologice, fiziologice și biochimice, clorofitele **Bryopsidophyceae** sunt grupate în mai multe ordine, precum **Cladophorales**, **Bryopsidales**, **Dasycladales** și **Siphonocladales**.

Ordinul Cladophorales

Acest ordin cuprinde alge verzi care au talul filamentos, neramificat sau ramificat, alcătuit din celule plurinucleate. Creșterea talului se face subterminal sau intercalar. Ciclul de dezvoltare este digenetic haplodiplofazic, cu generații izomorfe sau heteromorfe; mai rar este monogenetic diplofazic.

La *Cladophora*, talul este filamentos, ramificat pseudodicotomic, cu aspect de tufă. Fiecare celulă este plurinucleată și conține un cloroplast parietal, reticulat, cu numeroși pirenoidi. Creșterea talului este subterminală.

Înmulțirea asexuată se realizează prin zoospori, prevăzuți cu 4 flageli egali, iar cea sexuată prin izogameți biflagelați. Ciclul de dezvoltare este digenetic, haplodiplofazic, cu generații izomorfe (Fig. 64). O specie comună în ape dulci este *Cladophora glomerata* (lâna broaștei).

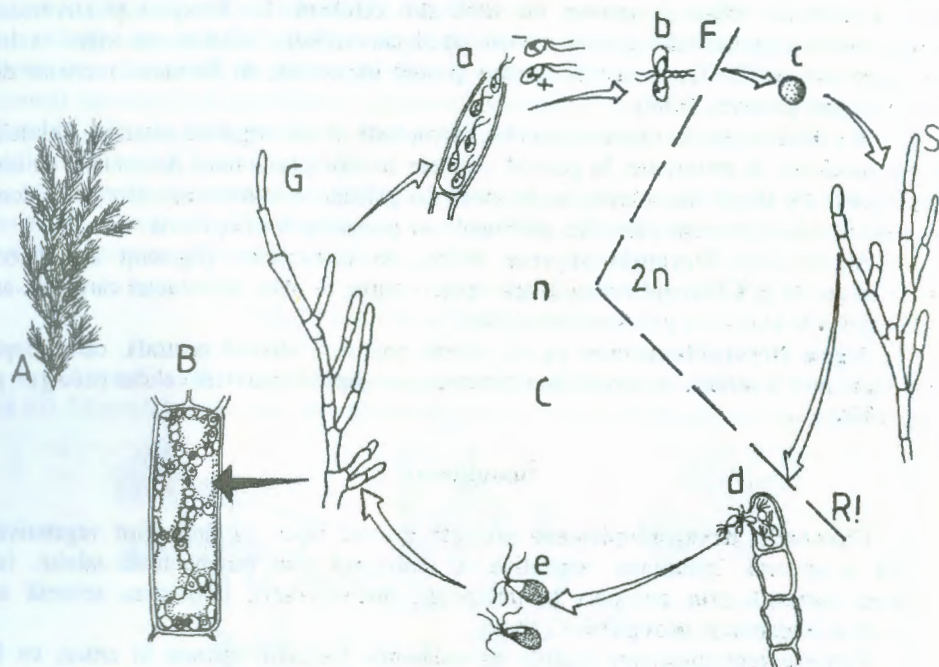


Fig. 64. Morfologia, structura talului și înmulțirea la *Cladophora*:

A. aspect macroscopic al talului; B. celulă de *Cladophora*, cu cloroplast reticulat prevăzut cu pirenoidi; C. ciclul de dezvoltare haplodiplofazic: a și b. izogameți; c. zigot; d. sporangii; e. zoospori; G. gametofit; S. sporofit; F. fecundație; R!. diviziune reduțională.

Ordinul Bryopsidales

Acest ordin cuprinde alge verzi cu tal sifonal, plurinucleat, care trăiesc în ape marine. Principalii componenți ai peretelui celular sunt **xilanul** și **mananul**. De asemenea, cloroplastele conțin două xantofile specifice ordinului (Scagel și colab., 1984).

Ciclul de dezvoltare este digenetic **haplodiplofazic** cu generații heteromorfe sau **monogenetic diplofazic**.

La *Derbesia*, ciclul de dezvoltare este digenetic haplodiplofazic, cu generații heteromorfe. Sporofitul este dominant și este un sifonoplast plurinucleat și ramificat neregulat. Gametofitul de *Derbesia tenuissima* este dioic, este un cenoblast (cenocit) globulos și a fost denumit inițial *Halicystis*. Înmulțirea asexuată se realizează prin **zoospori stefanoconți**, iar înmulțirea sexuată prin **izogameți biflagelați** (Fig. 65).

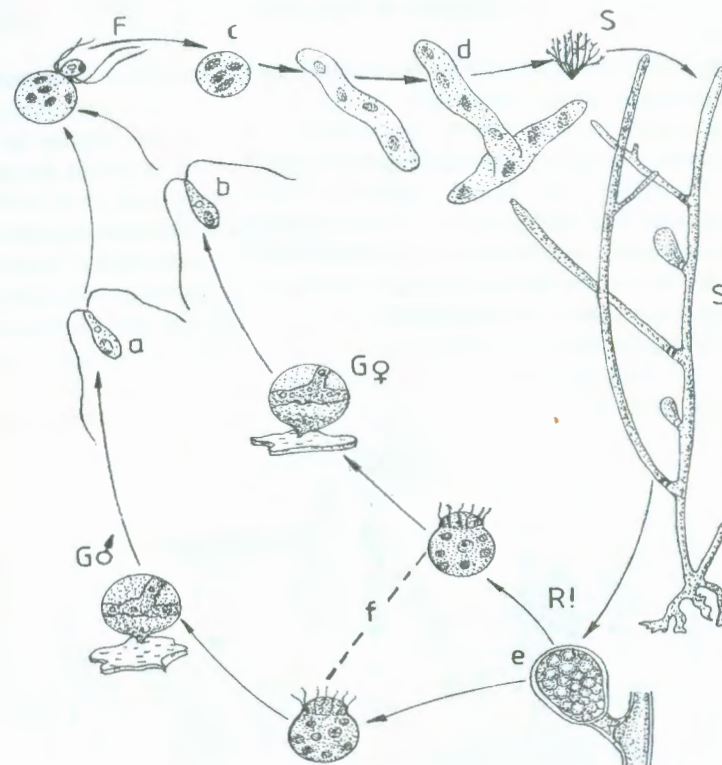


Fig. 65. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la *Derbesia*:

G♀. gametofit femeiesc; G♂. gametofit bărbătesc; a și b. izogameți; c. zigot; d. sporofit tânăr; S. sporofit; e. sporangii; f. zoospori stefanoconți; F. fecundație; R!. diviziune reduțională.

La *Caulerpa*, talul este sifonal și este diferențiat morfologic în rizoid, cauloid cilindric și filoid lamelar. Cauloidul poate ajunge până la 1 m lungime. Înmulțirea vegetativă se realizează prin fragmentarea talului, iar cea sexuată prin izogamie. Ciclul de dezvoltare este monogenetic diplofazic. În Marea Mediterană este frecventă *Caulerpa prolifera* (Fig. 63).

La *Bryopsis*, talul sifonal este diferențiat în rizoid, cauloid și filoid penat ramificat. Aceste specii sunt monogenetic diplofazice. Înmulțirea vegetativă se realizează prin fragmentarea ramurilor filoidului, iar cea sexuată prin anizogamie. O specie comună în Marea Neagră este *Bryopsis plumosa* (Fig. 63).

La *Codium*, talul sifonal este diferențiat în rizoid disciform, cauloid cilindric și filoid bogat ramificat. Talul este spongios și necalcificat. Înmulțirea vegetativă se realizează prin **propagule**, iar cea sexuată prin anizogameți biflagelați. Ciclul de dezvoltare este monogenetic diplofazic (Péterfi și Ionescu, 1979).

Acest ordin cuprinde alge sifonale care sunt uninucleate până la maturitate. Ciclul de dezvoltare este monogenetic diplofazic.

La *Acetabularia*, talul sifonal ajunge până la 4 – 10 cm înălțime și este peren. Talul este diferențiat în rizoid, cauloid cilindric și filoid disciform situat apical. În partea rizoidală se află nucleul (2n). Inițial, cauloidul tânăr prezintă mai mulți peri articulați, caduci, așezați verticilat. În timpul verii, se formează filoidul disciform alcătuit din articole puternic unite între ele. Fiecare articol al discului formează aplanospori ovali, cu pereți îngroșați. Aplanosporii hibernează și produc primăvara gameți biflagelați. Prin fuzionarea acestora se formează zigotul care dă naștere unui nou tal (Fig. 66). Partea rizoidală și cauloidul supraviețuiesc, în timpul iernii.

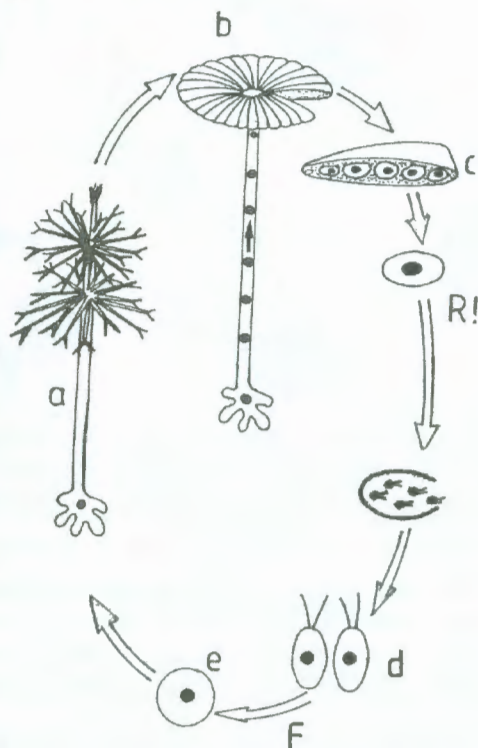


Fig. 66. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la *Acetabularia mediterranea*:
a. tal cu filoid steril; b. tal cu filoid fertil; c. formarea aplanosporilor în filoid fertil;
d. izogameți; e. zigot; R!. diviziune reducțională; F. fecundație.

Speciile de *Acetabularia* se întâlnesc în ape marine, pe stânci, pe care formează colonii. O specie comună este *Acetabularia mediterranea* (Fig. 63).

Această clasă cuprinde alge verzi **haplobionte**, macroscopice, pluricelulare, care se deosebesc de celelalte clorofite prin alcătuirea talului și modul de înmulțire.

Morfologia talului

Talul gametofitului este alcătuit din noduri și internoduri, așezate alternativ. La fiecare nod se dezvoltă câte un verticil de ramuri scurte, care au aceeași alcătuire precum filamentul axial. Nodurile sunt formate din celule scurte, iar internodurile din celule lungi. Un internod este alcătuit dintr-o celulă centrală de formă cilindrică. La *Chara*, celula centrală este învelită de celule lungi care alcătuiesc un înveliș cortical (Pop și colab., 1983). La *Nitella*, nu există înveliș cortical (Fig. 67). Celulele nodale sunt uninucleate, iar celulele internodale devin plurinucleate. La baza talului există un sistem rizoidal, hialin și ramificat.

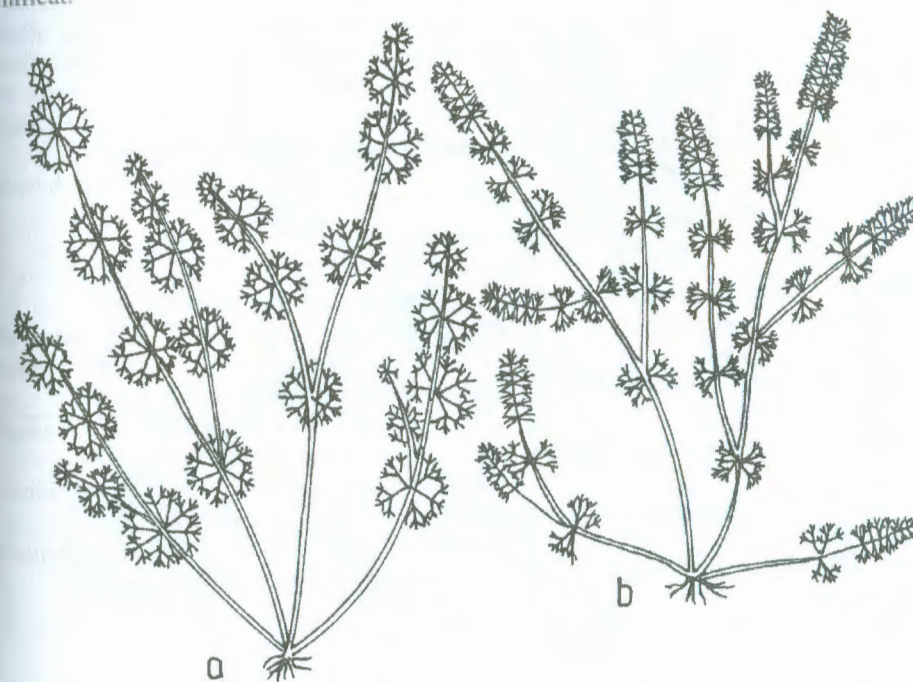


Fig. 67. Morfologia talului la *Nitella*:
a. *N. tenuissima*; b. *N. batrachosperma*.

Creșterea talului este apicală. Aceasta implică o singură celulă apicală mare, pentru fiecare ramură. Ramurile sunt așezate în verticile și au creștere limitată.

Structura celulară

Celulele algelor **Charophyceae** sunt uninucleate sau plurinucleate. Ele au o vacuolă centrală mare și numeroase cloroplaste discoidale, în citoplasmă. Organitele celulare prezintă aceleași caracteristici precum cele ale algelor **Chlorophyceae**. Amidonul este depozitat în cloroplaste, deși nu există pirenoidi. Peretele celular este impregnat cu carbonat de calciu (Scagel și colab., 1984).

Înmulțirea

Algele **Charophyceae** se înmulțesc vegetativ și sexual. Înmulțirea vegetativă se realizează prin **bulbili**, care se formează prin dilatarea sistemului rizoidal și acumularea de substanță de rezervă.

Înmulțirea sexuală se realizează prin **oogamie**. Oogonanele și anteridiile sunt situate pe ramurile scurte ale gametofitului (Fig. 68).

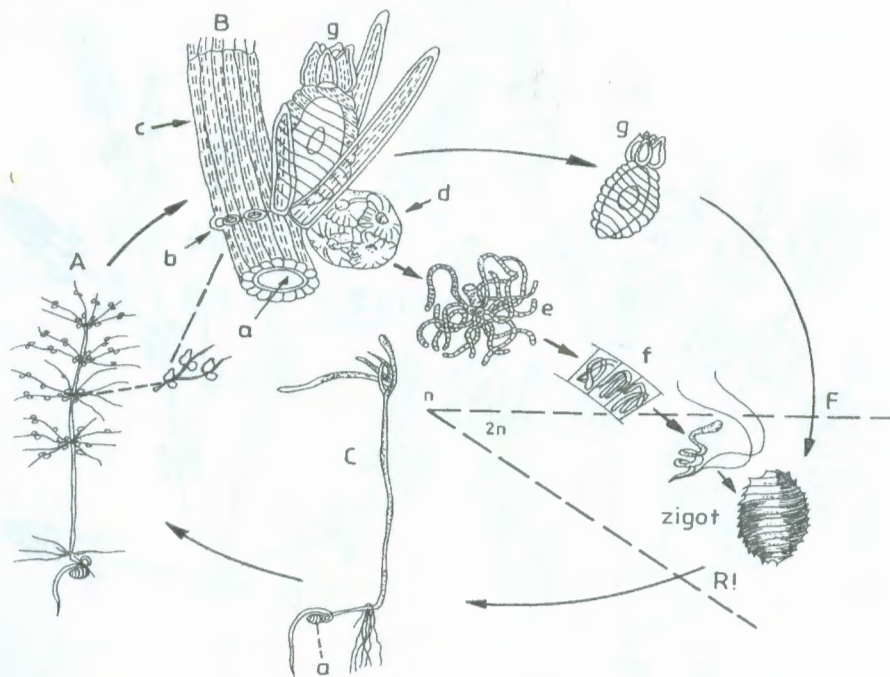


Fig. 68. Morfologia, structura talului și înmulțirea sexuală la *Chara*: A. aspect macroscopic al gametofitului; B. aspect microscopic: a. celulă centrală; b. celule nodale; c. internod; d. anteridie; e. filamente spermatogene; f. fragment de filament spermatogen cu anterozoizi; g. oogon; C. gametofit tânăr cu bulbili (a); F. fecundație; R!. diviziune reducțională.

Anteridiile sunt sferice și au culoare gălbuie-roșietică. La suprafața anteridiei există un perete alcătuit din 9 celule, dintre care o celulă bazală și 8 celule triunghiulare denumite **octante**. Din centrul fiecărei octante pornește spre interiorul anteridiei o celulă alungită denumită **manubriu**. Apical, manubriul poartă alte celule mai mici pe care se dezvoltă filamente spermatogene pluricelulare (Pop și colab., 1983).

În fiecare celulă a filamentelor spermatogene se produce câte un anterozoid biflagelat și asimetric asemănător morfologic cu cel de la *Coleochaete*. Flagelii anterozoidului se extind în partea opusă locului de inserție. Oogonanele sunt ovoide și sunt acoperite cu un înveliș format din 5 celule alungite și răsucite în spirală. Capetele acestor celule se continuă cu alte 5 celule scurte care formează **coronula**.

În interiorul oogonului se formează o singură oosferă. Un anterozoid pătrunde în oogon și fecundează oosfera. Oogonul imatur este alb, dar după fecundație devine brun-negricios (Scagel și colab., 1984).

După fecundație, zigotul devine oospor și este acoperit cu un strat gros, protector, de celule vegetative. După o perioadă de repaus, nucleul zigotului se divide meiotic și apoi mitotic și formează 4 nuclee haploizi. Dintre aceștia, trei nuclee degenerază, iar nucleul funcțional se divide și formează un stadiu filamentos asemănător cu protonema de la mușchi. Din acest stadiu filamentos se formează gametofitul care are creștere apicală (Scagel și colab., 1984).

Algele verzi **Charophyceae** sunt **haplobionte**, iar stadiul diploid este reprezentat numai de zigot.

Clasificarea

Clasa **Charophyceae** cuprinde alge verzi actuale și fosile, grupate în ordinul **Charales**. Cele 250 de specii actuale sunt grupate în 6 genuri, dintre care comune sunt *Chara* și *Nitella*.

În ape dulci și ape salmastre se întâlnesc *Chara fragilis* (Fig. 68), *Chara foetida* și *Chara crinita* (Pop și colab., 1983).

Diferențierea speciilor actuale se bazează pe caracteristicile gametangiilor și morfologia gametofitilor (Scagel și colab., 1984).

La *Nitella* (Fig. 67), celulele internodale nu au corticație (înveliș cortical), iar coronula este alcătuită din 10 celule (Pop și colab., 1983).

Majoritatea algelor **Charophyceae** au talul calcifiat și s-au conservat ca fosile.

2.3.9.7. Mediul de viață

Algele verzi sunt întâlnite în diferite medii de viață (habitate). Majoritatea clorofitelor sunt acvatice, fiind predominante în apele dulci unde contribuie la formarea fitoplanctonului.

În mările reci, algele verzi se dezvoltă în ape puțin adânci, iar în mările calde ajung până la adâncimi ce depășesc 100 m. În general, algele verzi marine sunt mai mari decât cele dulcicole (Scagel și colab., 1984).

Majoritatea reprezentanților unor genuri de alge verzi sunt restricționați fie la mediul marin, fie la cel dulce. Totuși, unele clorofite (*Ulothrix*, *Chlamydomonas*, *Cladophora*) sunt reprezentate în ambele medii (marin și dulce).

Anumite clorofite sunt terestre și se dezvoltă pe orice suprafață umedă: trunchiuri de copaci, pereți umezi, în sol, pe suprafața frunzelor. Alge verzi din genul *Chlamydomonas* se dezvoltă pe zăpadă și gheață și determină colorarea în roșu a acesteia datorită pigmentilor carotenoidici mascați din celule.

Anumite clorofite trăiesc în simbioză cu diferite organisme. Astfel, unele **Chlorococcales** trăiesc în simbioză, ca fotobiont, cu unele ciuperci și formează licheni (Pop și colab., 1983).

Alte specii de clorofite trăiesc în simbioză în celulele unor nevertebrate și protozoare. Unele clorofite nu au clorofilă și sunt saprofite sau facultativ patogene (Nagy-Tóth și Barna, 1998). Astfel, reprezentanții hialini din genul *Prototheca* al ordinului **Chlorococcales** determină o dermatoză la oameni și animale (câine, vacă, căprioară, oaie); aceasta afectează organe specifice (Scagel și colab., 1984).

Anumite clorofite trăiesc, în mase mari, în ape bogate în nutrienți (CaCO_3 , N_2 , P, Si și uneori tiamină) și care au intensitate luminoasă mare. Astfel de condiții sunt favorabile, pentru dezvoltarea speciei *Cladophora glomerata* (Scagel și colab., 1984).

În condiții favorabile de mediu, unele alge verzi, din genurile *Chlamydomonas* și *Scenedesmus*, se dezvoltă abundent și produc **înflorirea apelor** (Scagel și colab., 1984).

2.3.9.8. Originea și evoluția

Se consideră că strămoșii algelor verzi au fost organisme eucariote unicelulare și flagelate, care aveau pigmenți asimilatori caracteristici, precum clorofilă a, clorofilă b și caroteni (Raven și colab., 1992).

Primele fosile de alge verzi datează din **Precambrian**, din sedimente din estul Californiei, vechi de 1,3 miliarde de ani (Tab. 3). Cele mai cunoscute fosile de alge verzi sunt reprezentanți din clasele **Bryopsidophyceae** (Codiales, Dasycladales) și **Charophyceae** care au pereții celulari mineralizați cu CaCO_3 (Scagel și colab., 1984).

Dovezile fosile ale algelor **Charophyceae** se întind din **Devonian** până în prezent (Tab. 3). Cunoștințele despre evoluția acestui grup se bazează pe înregistrările fosile ale ogoanelor mineralizate cu CaCO_3 și pe morfologia celulelor externe ale acestora (Scagel și colab., 1984).

În prezent, ipotezele privind originea și filogenia algelor verzi se bazează, în principal, pe caracteristicile organismelor actuale.

Pe baza structurii celulare asemănătoare, a pigmentilor asimilatori (clorofilă a, clorofilă b, caroteni) comuni, precum și a produsului de depozitare (amidonul), se consideră că este posibil ca toate clasele de alge verzi să aibă o origine comună (Fig. 69). De asemenea, se susține ipoteza că cel puțin 2 – 3 linii (serii) evolutive s-au dezvoltat foarte devreme.

Între clasele de alge verzi există unele deosebiri semnificative. Astfel, la algele **Chlorophyceae**, fusul mitotic se desface în telofază și apare un **ficoplast** care este un sistem de microtubuli cinetici orientați paralel cu planul de diviziune celulară. La algele

Charophyceae, fusul mitotic persistă în timpul telofazei. De asemenea, se formează un **fragmoplast** alcătuit din microtubuli orientați perpendicular pe planul de diviziune celulară, la fel ca și la plante (Raven și colab., 1992).

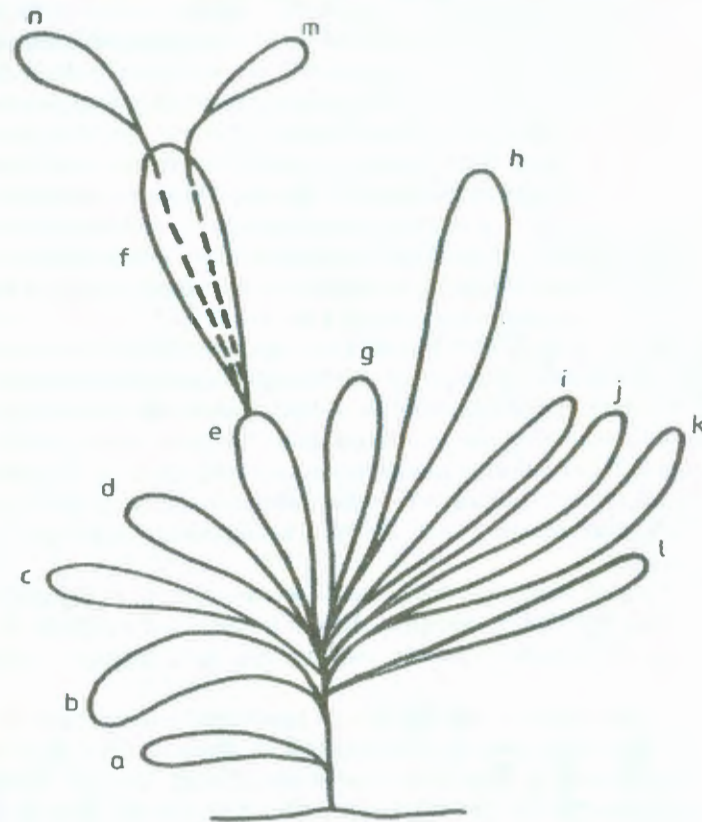


Fig. 69. Relații filogenetice ale clorofitelor:

- a. Euglenales; b. Volvocales; c. Chlorococcales; d. Oedogoniales; e. Ulotrichales; f. Chaetophorales; g. Zygnematales; h. Charales; i. Cladophorales; j. Bryopsidales; k. Dasycladales; l. Prasinophyceae; m. Bryophyta; n. Cormophytae.

O linie evolutivă de clorofite cuprinde forme unicelulare mobile de tip *Chlamydomonas*, din care au apărut forme filamentoase neramificate de tip *Ulothrix*, ajungându-se la forme ramificate parenchimatice (*Frittschiella*), fixate pe substrat în mediul acvatic. Această linie nu a evoluat spre plante terestre, deși anumite forme (*Frittschiella*) sunt, oarecum, adaptate la condiții cu fluctuații de umiditate (Scagel și colab., 1984).

O a doua linie evolutivă a culminat cu plantele terestre. Stadiile intermediare ale acesteia sunt similare cu *Coleochaete* și *Chara*, deși nici una nu ar trebui considerată strămoșul direct al **embriofitelor** (briofitelor și cormofitelor).

Date recente arată că ar putea exista o a treia linie evolutivă care să cuprindă specii de **Bryopsidophyceae** (*Bryopsis*, *Derbesia*) și de **Chlorophyceae** (*Ulothrix*, *Monostroma* și *Ulva*). La aceste alge, în citochineză lipsesc microtubulii, iar celulele mobile au un sistem radicular în cruce și au solzi celulari (Scagel și colab., 1984).

Pentru diferențierea liniilor evolutive se iau în considerare caracteristicile celulelor vegetative și reproducătoare (mobile), ale diviziunii celulare și ale ciclului de dezvoltare ontogenetică. Existența liniilor evolutive poate explica diversitatea formelor de alge verzi, adaptate la diferite habitate (Scagel și colab., 1984).

Algele verzi au importanță filogenetică deosebită. Se consideră că briofitele și plantele vasculare (cormofitele) au evoluat din alge verzi. Această ipoteză se bazează pe asemănările dintre ele în ceea ce privește pigmenții asimilatori, produsul de rezervă, modul de nutriție, formarea peretelui celular și ultrastructura celulelor mobile. Deși s-au menționat mai multe grupuri ca strămoși probabili, cel mai bine cotate aparține algelor **Ulotrichales** și **Chaetophorales**. Alți autori menționează algele **Charales**.

Se presupune că strămoșii plantelor terestre (briofitelor și cormofitelor) sunt clorofite oogamete străvechi la care talul este filamentos și are două generații (gametofit și sporofit) pluricelulare. La aceste alge, fecundarea are loc în interiorul gametangiumului femeiesc (oogonului), iar zigotul s-ar transforma direct într-un sporofit diploid. Un moment evolutiv important ar fi fost reținerea zigotului pe planta haploidă, unde, după fecundație, se formează un înveliș protector alcătuit din celule sterile. Unele dintre aceste caractere se întâlnesc la **Ulotrichales** actuale și mai ales la **Chaetophorales** din genul *Coleochaete* (Scagel și colab., 1984).

Conform acestui model ipotetic evolutiv, se consideră că, în procesul de evoluție pe Pământ, a existat, probabil, o despărțire majoră în două linii evolutive principale, ca urmare a presiunii de selecție exercitate asupra celor două generații (gametofitice și sporofitice).

O linie evolutivă a dus la briofite, la care gametofitul este dominant, iar sporofitul este dependent și atașat pe gametofit. Se presupune că acesta ar fi un răspuns natural al plantelor care trăiesc în apă, în locuri foarte umede sau la umbră. În aceste locuri există apă suficientă, pentru a aproviziona gametofitul și pentru a asigura producerea gameților și unirea lor (Scagel și colab., 1984).

A doua linie evolutivă a dus la plantele vasculare, adaptate la condiții de uscăciune și care au generația sporofitică dominantă.

Legăturile filogenetice ale algelor verzi sunt complexe și greu de reprezentat. În această încercătură există numeroase linii evolutive. Astfel, în ordinul **Volvocales** se poate observa evoluția de la formele unicelulare mobile de tip *Chlamydomonas* la forme coloniale cu celule diferențiate de tip *Volvox*. De asemenea, celulele de *Chlamydomonas* prezintă asemănări cu celulele euglenofitelor de tip *Euglena*, ceea ce arată înrudirea dintre acestea.

Se consideră că algele verzi **Chlorococcales** reprezintă, probabil, o linie evolutivă colaterală a clorofitelor, la fel ca și **Volvocales** (Scagel și colab., 1984).

Asemănările dintre algele verzi **Charophyceae** și plantele tericole (briofite și plante vasculare) și lunga istorie fosilă a acestora indică o divergență timpurie, cu probabil 500 de milioane de ani în urmă, în **Cambrianul** timpuriu (Scagel și colab., 1984).

3. Regnul Fungi

În regnul **Fungi** (engl. fungus = ciupercă) sunt cuprinse ciupercile. Acestea reprezintă un grup numeros (peste 100 000 de specii) și divers de organisme care au un mod unic de viață. Ciupercile sunt lipsite de pigmenți asimilatori și duc o viață **heterotrofă** (saprofită sau parazită).

Cu toată marea lor diversitate specifică, majoritatea ciupercilor prezintă câteva trăsături comune, precum: structura miceliului, modul de înmulțire și modul de viață.

3.1. Morfologia talului

Aparatul vegetativ (talul) al ciupercilor este denumit **miceliu**. Acesta este lipsit de clorofilă și este format dintr-o singură celulă (tal unicelular) sau mai multe celule (tal pluricelular).

La ciupercile inferioare, talul este un **plasmidiu**. Acesta este lipsit de perete celular și este format din membrană plasmatică, citoplasmă și nucleu. La alte ciuperci inferioare, talul este un **gimnoplast**, format din membrană plasmatică, citoplasmă și nucleu (Fig. 70).

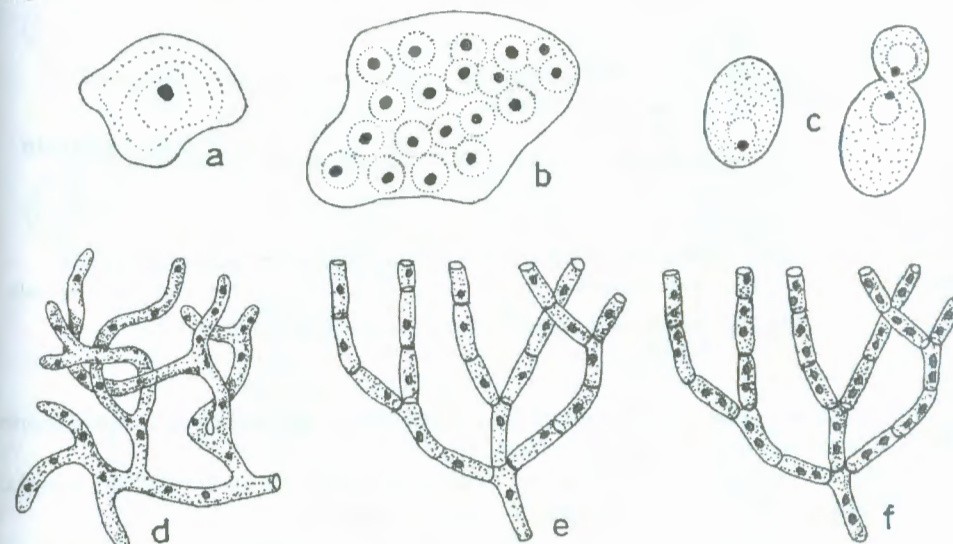


Fig. 70. Tipuri de tal la ciuperci:

a. gimnoplast; b. plasmodiu; c. dermatoplast; d. sifonoplast; e. miceliu primar; f. miceliu secundar.

Numeroase ciuperci au talul (miceliul) format din hife (unicelulare sau pluricelulare) acoperite cu perete celular. Miceliul unicelular ramificat, neseptat și

plurinucleat poartă denumirea de **sifonoplast**. La unele ciuperci, miceliul este unicelular de tip **dermatoplast**.

Cele mai multe ciuperci au miceliul alcătuit din hife filamentoase, septate, ramificate și pluricelulare. Miceliul poate fi primar și secundar. **Miceliul primar** este alcătuit din hife pluricelulare care conțin câte un nucleu haploid (n) în fiecare celulă. **Miceliul secundar** (dicariotic) se caracterizează prin prezența a câte doi nuclei haploizi în fiecare celulă (Fig. 70).

La cele mai evolute ciuperci (**Basidiomycotina**), pe lângă miceliul primar și secundar, se întâlnește și **miceliul terțiar**. Acest miceliu este alcătuit din celule binucleate precum miceliul secundar, de care se deosebește printr-o structură anatomo-histologică aparte. Miceliul terțiar ia parte la formarea bazidiocarpilor (carpozoamelor, bazidiofructelor) fungici.

Miceliul primar și miceliul secundar se deosebesc între ele și în ceea ce privește structura septului hifei. Acest sept poate fi simplu la ciupercile ascomicete și mai complex (**sept dolipor**) la ciupercile bazidiomicete (Fig. 71).

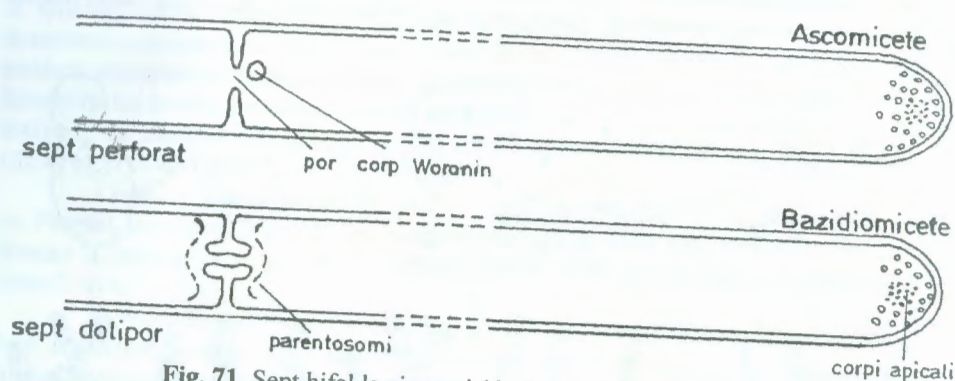


Fig. 71. Sept hifal la ciuperci (după Gams și colab., 1987).

Hifele miceliene pot fi independente sau împletite și dau naștere la structuri foarte diferite, cu roluri multiple în viața ciupercilor.

Durata de viață a miceliului la ciuperci este diferită. În funcție de aceasta, ciupercile sunt anuale, bianuale și plurianuale (Pârvu, 1996).

3.2. Structura celulei fungice

Celula fungilor (ciupercilor) este de tip eucariot și este alcătuită din membrană plasmatică (plasmalemă), citoplasmă și nucleu. Majoritatea celulelor fungice sunt acoperite de perete celular. Forma, grosimea și structura peretelui celular sunt diferite, în funcție de grupul de ciuperci și de treapta de evoluție pe care se află acestea.

Astfel, peretele celular este format din **celuloză** și **glucan** (la **Oomycetes**), **chitină** și **chitosan** (la **Zygomycotina**), **chitină** și **glucan** (la **Chytridiomycetes**, **Ascomycotina**,

Basidiomycotina și **Deuteromycotina**). Sinteza chitinei de către celula fungică se face pornindu-se de la glucozo-6-fosfat (Isaac, 1992).

Citoplasma celulei fungice este hialină către exterior și are aspect granular către interior. Citoplasma celulelor care alcătuiesc talul pluricelular al ciupercilor se găsește în contact intim prin intermediul plasmodesmelor. În citoplasmă se găsesc organitele caracteristice celulei de tip eucariot. Celula fungică nu conține plastide.

În celula fungică se află un număr variabil de nuclei, în raport de tipul de tal și radiul dezvoltării ontogenetice. Nucleii au forme diferite (sferică, ovoidă) și dimensiuni cuprinse între $1\mu m$ și $20\mu m$.

Nucleul celular conține în interior nucleoplasmă, fibre de cromatină, unul sau mai mulți nucleoli și este acoperit de membrana nucleară. Numărul cromozomilor variază, în general, în cadrul diferitelor genuri și specii de fungi de la 2 până la 16 (Weber, 1993). De asemenea, cantitatea (%) de G + C din ADN prezintă valori diferite (Tab. 9), în funcție de specie (Prescott și colab., 1996). La *Agaricus bisporus*, cantitatea de G+C din ADN este 44 %, iar la *Amanita muscaria* este 57 %.

Tabelul 9

Conținutul (%) de G+C din ADN al unor specii de ciuperci (după Prescott și colab., 1996)

Nr. crt.	Specia	G+C din ADN (%)
1.	<i>Agaricus bisporus</i>	44
2.	<i>Amanita muscaria</i>	57
3.	<i>Aspergillus niger</i>	52
4.	<i>Candida albicans</i>	33 – 35
5.	<i>Claviceps purpurea</i>	53
6.	<i>Coprinus lagopus</i>	52-53
7.	<i>Fomes fraxineus</i>	56
8.	<i>Mucor rouxii</i>	38
9.	<i>Neurospora crassa</i>	52-54
10.	<i>Penicillium notatum</i>	52
11.	<i>Polyporus palustris</i>	56
12.	<i>Rhizopus nigricans</i>	47
13.	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	36 – 42
14.	<i>Saprolegnia parasitica</i>	61

3.3. Înmulțirea ciupercilor

Ciupercile sunt organisme cu o capacitate foarte mare de înmulțire. Aceasta se realizează **vegetativ**, **asexuat** și **sexuat**.

Înmulțirea vegetativă se realizează prin porțiuni de miceliu, înmugurire, scleroți și clamidospori. O porțiune de miceliu al ciupercii regenerează în condiții prielnice și continuă procesele de creștere și dezvoltare. Unele ciuperci se înmulțesc vegetativ prin

Înmugurire (blastospori). **Clamidosporul** este constituit dintr-o porțiune de miceliu care se înconjoară cu o membrană groasă și care reproduce întregul organism în condiții favorabile. **Sclerotul** este o formațiune structurală alcătuită din hife miceliene împletite strâns la exterior (**paraplectenchim**) și mai puțin dens la interior (**prosoplectenchim**). Scleroții se întâlnesc atât la ciuperci saprofite, cât și la ciuperci parazite (din genurile *Botrytis*, *Sclerotinia* etc.). Clamidosporii și scleroții au rol important în supraviețuirea fungilor (Isaac, 1992).

Înmulțirea asexuată se realizează prin spori asexuați specializați. Ciupercile produc două categorii de spori asexuați - **sporangiospori** și **conidii** - care au rol important în supraviețuirea și răspândirea lor. Sporangiosporii sunt caracteristici ciupercilor inferioare, iar conidiile se formează cu precădere la ciupercile superioare. Trecerea de la sporangiospori la conidii este legată, în special, de adaptarea ciupercilor, prin trecere de la mediul acvatic la mediul uscat (Pârvu, 1996).

Sporangiosporii (sporii endogeni) se formează în interiorul celulelor sau al unor organe denumite sporangi. Sporii endogeni se deosebesc între ei, în ceea ce privește mobilitatea. Din acest punct de vedere, se disting două categorii de spori: zoospori și aplanospori.

Zoosporii (planosporii) se dezvoltă într-un sporangiu (sporocist) situat terminal pe hifă sau pe un **sporangiofor**. Ei sunt prevăzuți cu flageli (1 sau 2) care le asigură mobilitatea și sunt caracteristici ciupercilor **Mastigomycotina**.

Aplanosporii sunt spori imobili care se formează în sporangiu situat terminal pe hifă specializată numită sporangiofor. Sporii se eliberează din sporangiu prin ruperea peretelui. Aplanosporii sunt caracteristici ciupercilor **Zygomycotina**.

Conidiile sunt spori exogeni care se formează pe hife specializate denumite conidiofori. Pe un conidiofor se formează o singură conidie sau mai multe. Conidiile sunt diferite ca formă, ca ornamentație și ca număr de celule.

Conidioforii și conidiile (**conidiomata**) ciupercilor sunt grupate în mod diferit. Astfel, în funcție de modul de grupare, se disting următoarele categorii: **coremie**, **acervul**, **picnidie** și **sporodochie** (Fig. 72).

Coremia are în general aspect de coloană și este alcătuită din conidiofori grupați în mănunchiuri strâns legate. Fiecare conidiofor are conidii în vârf.

Acervulul este constituit din hife împletite strâns, care poartă la suprafața lor conidiofori scurți cu conidii. De regulă, acervulii se formează în interiorul țesuturilor plantei gazdă. Ei devin liberi prin ruperea cuticulei și epidermei, atunci când conidiile ajung la maturitate.

Picnidia este o formațiune miceliană de formă rotunjită care comunică cu exteriorul printr-o ostiolă. Ea are o membrană alcătuită din hife împletite pe care sunt așezați la interior conidiofori scurți. În vârful conidioforilor se află spori denumiți **picnospori**.

Sporodochia are aspectul unei pernițe și se formează prin împletirea hifelor miceliene la suprafața organelor atacate. Pe suprafața hifelor se diferențiază conidiofori scurți și conidii.

Înmulțirea asexuată este răspândită în natură și este întâlnită cu preponderență în faza haploidă a ciupercilor (**Zygomycotina**, **Ascomycotina** și **Deuteromycotina**).

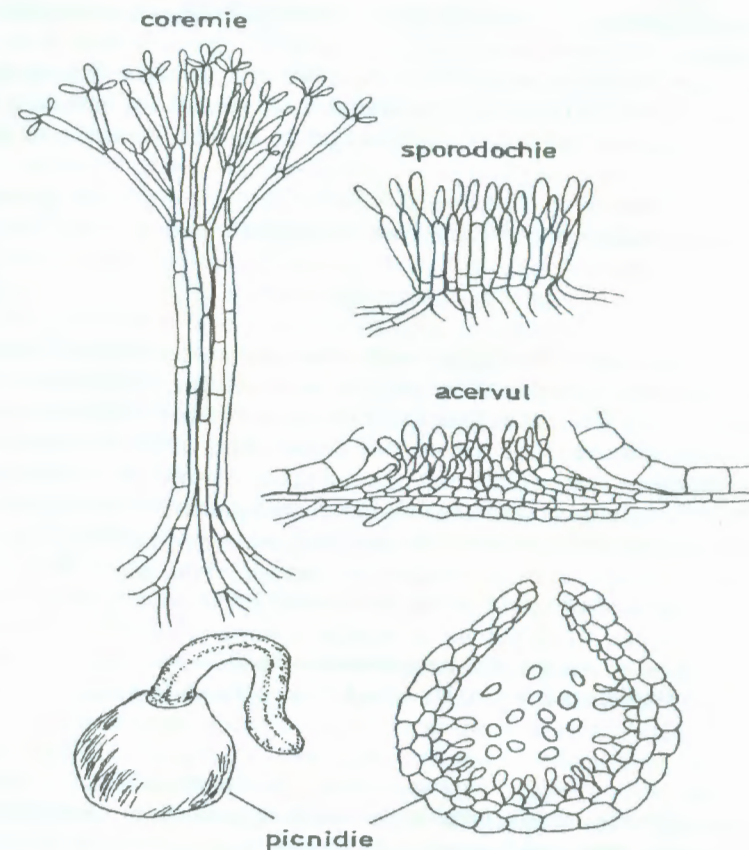


Fig. 72. Gruparea conidioforilor și conidiilor.

La ciuperci, înmulțirea sexuată se realizează prin **gametogamie**, **gametangiangamie** și **somatogamie**. Rezultatul înmulțirii sexuate este formarea sporilor sexuați care prezintă caractere taxonomice importante și sunt folosiți la diferențierea grupelor majore de fungi. Sporii sexuați sunt denumiți **zigospor**, **oospor**, **ascospor** și **bazidiospor** (Pârvu, 1999).

Zigosporul este sporul sexuat caracteristic ciupercilor **Zygomycotina**. Acesta se formează în înmulțirea sexuată denumită **gametangiangamie**.

Oosporul este sporul sexuat caracteristic ciupercilor **Oomycetes**. Acest spor se formează în înmulțirea sexuată denumită **oogamie**, care este o formă evoluată de **heterogametangiangamie**. Gametangiul femeiesc conține una sau mai multe oosfere (n) și se numește oogon. Gametangiul bărbătesc (anteridia) conține mai mulți nuclei haploizi.

Ascosporul este sporul sexuat caracteristic ciupercilor **Ascomycotina**. Acesta se formează în urma înmulțirii sexuate denumite **ascogamie**. Ascosporii se formează în **asce**. La majoritatea ciupercilor ascomicete, ascele sunt grupate în corpuri sporifere (ascocarpi).

La unele ciuperci ascomicete, ascele se formează libere la suprafața substratului și se numesc **gimnoasce**.

Bazidiosporul este sporul sexuat caracteristic ciupercilor **Basidiomycotina**. Acești spori se formează în urma înmulțirii sexuate, care în cele mai multe cazuri este o somatogamie (conjugare). Bazidiosporii se formează pe **bazidie**, de care sunt fixați prin **sterigme** scurte.

Înmulțirea sexuată are o importanță deosebită în lumea ciupercilor și în general în lumea vie, deoarece asigură variabilitatea genetică în cadrul speciilor.

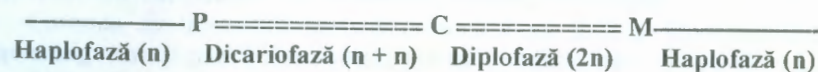
3.4. Dezvoltarea ontogenetică

În ciclul de viață al ciupercilor, există două faze: **haplofaza** (faza haploidă) și **diplofaza** (faza diploidă). Haplofaza are celule cu **n** cromozomi, iar **diplofaza** are celule cu **2n** cromozomi. Prin fecundație (F) se face trecerea de la faza haploidă la cea diploidă, iar prin diviziune reduțională sau meioză (M) se face trecerea din nou la haplofază. O particularitate a modului cum se desfășoară procesul sexual o constituie faptul că fecundația constă din două etape distincte: **plasmogamia** (P) și **cariogamia** (C). Plasmogamia constă în fuzionarea citoplasmelor a două celule de sex diferit, iar în cariogamie are loc contopirea nucleilor.

Schema alternanței fazelor nucleare la ciupercile inferioare se prezintă astfel:



La ciupercile evolute (**Ascomycotina**, **Basidiomycotina**), există o fază intermediară (dicariofază) situată între **haplofază** și **diplofază**, în care nucleii rămân separați o perioadă de timp, după fuzionarea citoplasmei.



În ciclul biologic al fungilor, se disting, în general, două stadii succesive: stadiul **anamorf** (asexuat, imperfect) și stadiul **teleomorf** (sexuat, perfect).

3.5. Nutriția

După relațiile lor cu substratul nutritiv, ciupercile se clasifică în parazite și saprofite. Ciupercile parazite sunt acelea care într-unul sau în toate stadiile ontogenezei lor se hrănesc din țesuturi vii. După gradul parazitismului lor, pot fi parazite obligate și parazite facultative.

Ciupercile **parazite obligate** prezintă gradul cel mai înalt de parazitism. Ele duc o viață strict parazitară și sunt dependente de țesuturile vii. Aceste ciuperci nu se pot dezvolta pe substraturi organice lipsite de viață și nu pot fi cultivate pe medii artificiale de cultură.

Ciupercile **parazite facultative** au un parazitism mai puțin pronunțat. În mod obișnuit, ele se hrănesc ca saprofite, dar în anumite condiții favorabile devin parazite.

Ciupercile saprofite sunt acelea care se hrănesc pe diferite substraturi organice lipsite de viață. Ele pot fi **saprofite facultative** și **saprofite obligate**. Ciupercile saprofite facultative duc în mod obișnuit o viață parazitară, dar în anumite condiții pot trăi și ca saprofite. Ciupercile saprofite obligate nu au nici un stadiu parazitar în dezvoltarea lor și nu sunt patogene.

Între aceste grupe și subgrupe nu se poate face o separație distinctă, deoarece în natură există o multitudine de moduri de nutriție intermediare între parazitism și saprofitism.

Prin **parazitism** se înțelege conviețuirea disarmonică dintre două organisme în care unul dintre ei - parazitul - se hrănește pe seama și în detrimentul celuilalt. Efectul parazitismului este starea de boală. Conviețuirea dintre cei doi parteneri este condiția esențială pentru apariția și desfășurarea procesului patologic.

Problema originii și evoluției parazitismului a fost studiată cel mai bine la ciuperci. S-a ajuns la concluzia că modul inițial de nutriție este cel saprofit. Din acesta a derivat modul de nutriție parazit, după următoarea schemă de evoluție:

saprofit → facultativ parazit → facultativ saprofit → parazit obligat.

Spre deosebire de paraziții animalii și de antofitele parazite, parazitismul la ciuperci nu a apărut prin regresie sau degenerarea organismului, ci prin modificări adaptative care au avut loc în decursul unui proces îndelungat de selecție naturală.

Procesele de metabolism ale ciupercilor se caracterizează printr-o bogată activitate enzimatică, care le facilitează procesele de nutriție atât în mediul saprofit, cât mai ales în cel parazit.

Germinarea, sporularea, creșterea și dezvoltarea ciupercilor, însușirile parazitare ale acestora etc. sunt influențate de factorii externi ai mediului. Dintre acești factori, cei mai importanți sunt temperatura, umiditatea, lumina, aerul și substanțele toxice.

3.6. Simbioze fungice

Numeroase ciuperci formează asociații simbiotice cu diferite organisme: plante vasculare, alge verzi, cianobacterii (alge albastre-verzi) etc. În funcție de componenții asociației, se disting diferite tipuri de simbioze: **micorize**, **licheni** etc.

3.6.1. Micorizele

Micorizele (gr. mykes = ciupercă; rhyza = rădăcină) sunt **asociații simbiotice** între rădăcinile plantelor vasculare și ciuperci. Micorizele se întâlnesc la majoritatea grupelor de plante vasculare. Ele lipsesc doar la câteva grupe de antofite, cum sunt familiile **Brassicaceae** și **Cyperaceae** (Raven și colab., 1992).

Asocierile micorizante sunt importante, pentru cei doi simbionți. Astfel, planta obține mai ușor din sol fosfor și alți nutrienți prin intermediul hifelor fungice, iar ciuperca

beneficiază de substanță organică sintetizată de plantă în procesul de fotosinteză. O parte din substanța organică este depozitată în ciupercă pentru formarea corpurilor sporifere (Isaac, 1992).

Ciupercile care participă la formarea micorizelor aparțin la diferite grupe sistematice: **Zygomycotina**, **Ascomycotina**, **Basidiomycotina** și **Deuteromycotina**.

Tipuri de micorize

Se disting două tipuri majore de micorize: **endomicorize** și **ectomicorize**. Dintre acestea, endomicorizele sunt mai comune și se întâlnesc la peste 80% dintre plantele vasculare.

Endomicorizele

Endomicorizele au ca și componentă micotică o **ciupercă zigomicetă**. S-au identificat circa 200 de specii de ciuperci implicate în astfel de asociații simbiotice.

Endomicorizele se caracterizează prin aceea că hifele ciupercii penetrează celulele corticale ale rădăcinilor plantelor, unde formează structuri arboricole sau veziculare. Hifele ciupercii se extind spre exteriorul rădăcinii, în solul înconjurător, putând să absoarbă mari cantități de fosfați și alți nutrienți esențiali pentru plantă (Raven și colab., 1992).

Unele endomicorize sunt esențiale, pentru germinația și creșterea plantelor. Endomicorizele specifice plantelor **Orchidaceae** au fost intens studiate (Zamfirache și Toma, 2000). La orhidee, prezența unor ciuperci endofite din genul *Rhizoctonia* este obligatorie pentru germinația semințelor și creșterea plantelor (Pârnu, 1996).

Ectomicorizele

În asocierile ectomicorizante participă, în principal, ciuperci **Basidiomycotina** (*Amanita*, *Boletus*, *Cortinarius*, *Lactarius*, *Russula*, *Tricholoma* etc.), **Ascomycotina** (*Tuber*) și **Zygomycetes** din genul *Endogone* (Isaac, 1992).

Ectomicorizele se caracterizează prin aceea că ciuperca nu penetrează celulele corticale ale plantei, dar formează un strat păslos în jurul rădăcinii. Hifele cresc între celulele corticale ale rădăcinii și formează o structură caracteristică care funcționează ca o interfață între ciupercă și plantă. De asemenea, hifele ciupercii se extind în solul din jurul rădăcinii, de unde absorb o serie de nutrienți pe care îi furnizează plantei. La rădăcinile ectomicorizante, lipsesc perișorii sugători, iar funcția lor este preluată de hifele miceliene.

În asocierile ectomicorizante sunt implicate cel puțin 5 000 de specii de ciuperci care, deseori, au un grad înalt de specificitate (Raven și colab., 1992).

În concluzie, micorizele reprezintă o simbioză omniprezentă în lumea vegetală, care determină o creștere armonioasă a celor 25 000 de specii de plante vasculare la care apar (Isaac, 1992).

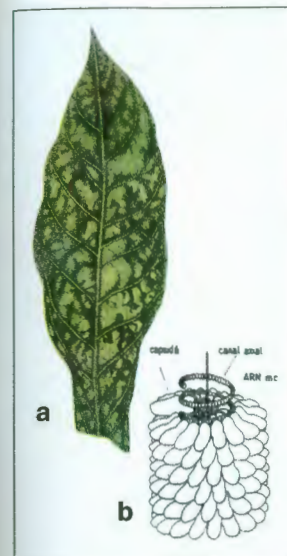


Fig. 73. *Tobacco mosaic virus*: a. frunză atacată; b. particulă virală.



Fig. 74. *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans*.



Fig. 75. *Xanthomonas campestris* pv. *pruni*.



Fig. 76. *Agrobacterium tumefaciens*.



Fig. 77. *Erwinia carotovora* pv. *carotovora*.



Fig. 78. Soredie: hife (galbene) și gonidii (verzi).



Fig. 79. Tal (heteromer) de *Xanthoria parietina*: hife (galbene) și gonidii (verzi).



Fig. 80. *Stemonitis fusca*.



Fig. 81. *Trichia varia*.



Fig. 82. *Fuligo septica*.



Fig. 83. *Plasmodiophora brassicae*.



Fig. 84. *Synchytrium endobioticum*: a. atac pe plantă; b. achinetospor.

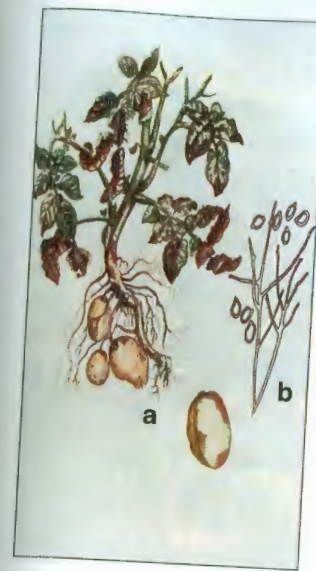


Fig. 85. *Phytophthora infestans*: a. plantă atacată; b. sporangiofori și sporangi.

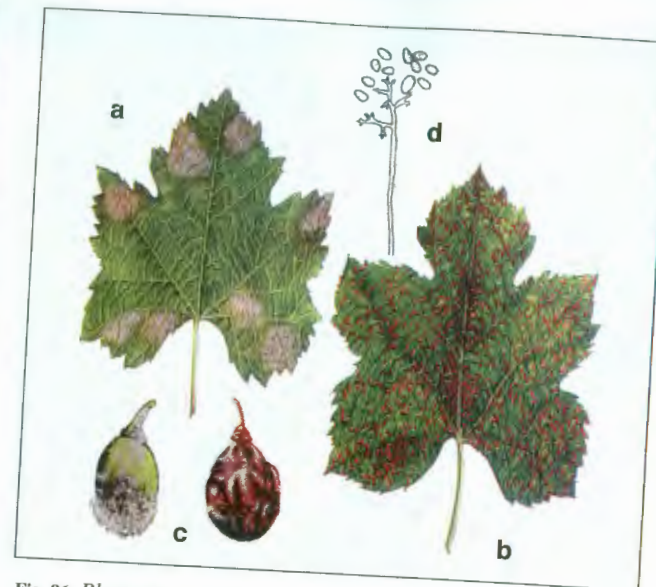


Fig. 86. *Plasmopara viticola*: a. frunză cu sporulație; b. frunză mozaicată; c. fructe atacate; d. sporangiofor și sporangi.



Fig. 87. *Taphrina pruni*: a și b. fructe atacate; c. asce cu ascospori.



Fig. 88. *Taphrina deformans*: a. frunze atacate; b. fruct atacat; c. asce cu ascospori.



Fig. 89. *Penicillium expansum*:
colonie pe Czapek-agar



Fig. 91. *Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*:
frunze și floare atacate.



Fig. 90. *Sphaerotheca mors-uvae*:
a. atac pe frunze și fructe;
b. cleistoteciu.



Fig. 92. *Erysiphe graminis*:
a. miceliu și cleistotecii
pe frunze; b. cleistoteciu.



Fig. 93. *Monilinia fructigena*:
fructe atacate, cu sporodochii albe.

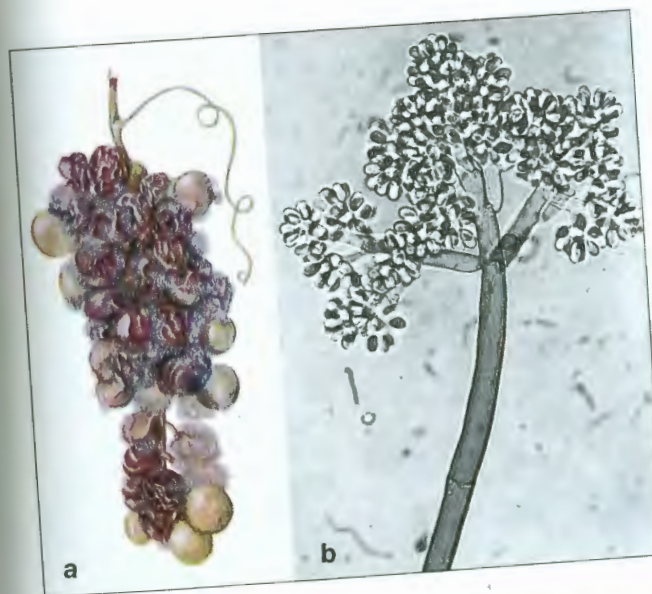


Fig. 95. *Botryotinia fuckeliana*:
a. atac pe strugure; b. conidiofor cu conidii.



Fig. 94. *Sclerotinia sclerotiorum*:
a. miceliu alb și scleroți negri;
b. sclerot cu apotecii.



Fig. 96. *Peziza aurantia*.



Fig. 97. *Morchella esculenta*.



Fig. 98. *Tuber aestivum*.

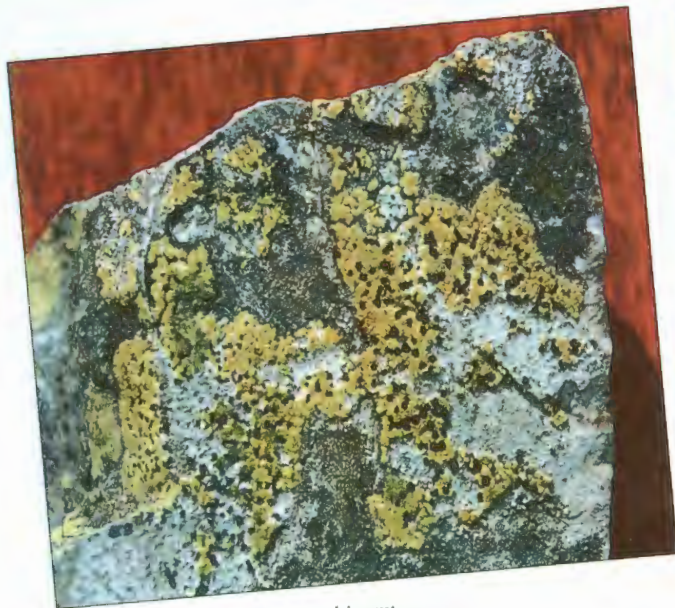


Fig. 99. *Rhizocarpon geographicum*:
tal galben verzui și apotecii negre.



Fig. 100. *Cetraria islandica*.



Fig. 101. *Physcia stellaris*:
tal cenușiu și apotecii.



Fig. 102. *Pseudevernia furfuracea*.



Fig. 103. *Usnea barbata*.



Fig. 104. *Lobaria pulmonaria*.



Fig. 105. *Peltigera canina*.



Fig. 106. *Xanthoria parietina*:
tal foliaceu și apotecii galbene.



Fig. 108. *Stereum hirsutum*.



Fig. 109. *Cantharellus cibarius*.

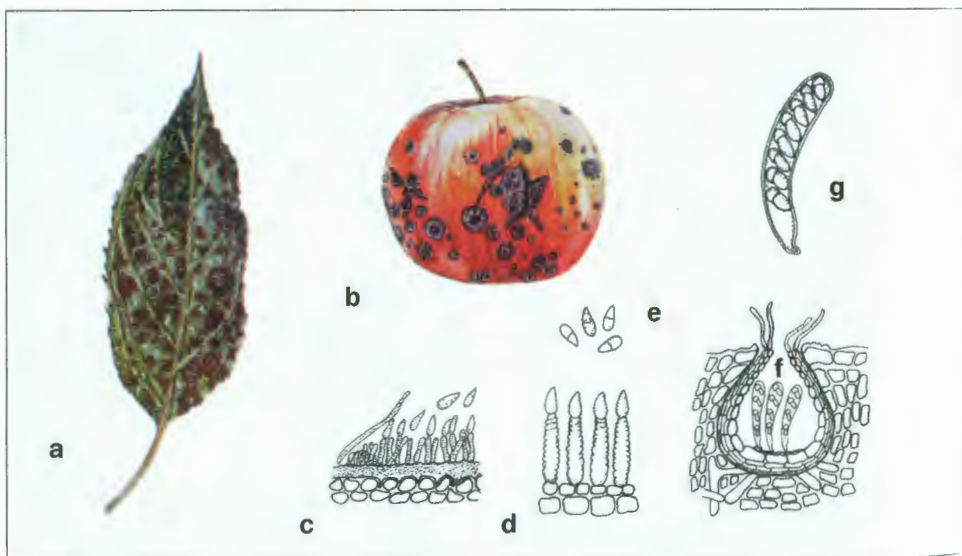


Fig. 107. *Venturia inaequalis*:
a. frunză atacată; b. fruct atacat; c și d. conidiofori și conidii; e. conidii; f. periteciu;
g. ască cu ascospori. .



Fig. 110. *Craterellus cornucopioides*.



Fig. 111. *Ramaria botrytis*.



Fig. 112. *Hydnum repandum*.



Fig. 113. *Polyporus squamosus*.



Fig. 116. *Ganoderma lucidum*.



Fig. 117. *Serpula lacrymans*.



Fig. 114. *Fomes fomentarius*.



Fig. 115. *Fomitopsis pinicola*.



Fig. 118. *Boletus edulis*.



Fig. 119. *Boletus satanas*.



Fig. 120. *Agaricus campestris*.



Fig. 121. *Macrolepiota procera*.



Fig. 124. *Amanita phalloides*.



Fig. 125. *Amanita pantherina*.



Fig. 122. *Amanita caesarea*.



Fig. 123. *Amanita muscaria*.



Fig. 126. *Lactarius piperatus*.



Fig. 127. *Russula vesca*.



Fig. 128. *Marasmius oreades*.



Fig. 129. *Auricularia auricula-judae*.



Fig. 130. *Exobasidium vaccinii*.



Fig. 134. *Cyathus striatus*.



Fig. 135. *Phallus impudicus*.



Fig. 136. *Mutinus caninus*.



Fig. 131. *Lycoperdon pyriforme*.



Fig. 132. *Geastrum fimbriatum*.



Fig. 133. *Scleroderma citrinum*.



Fig. 137. *Clathrus ruber*.



Fig. 138. *Clathrus archeri*.



Fig. 139. *Ustilago tritici*:
a. spic atact; b. teliospori.

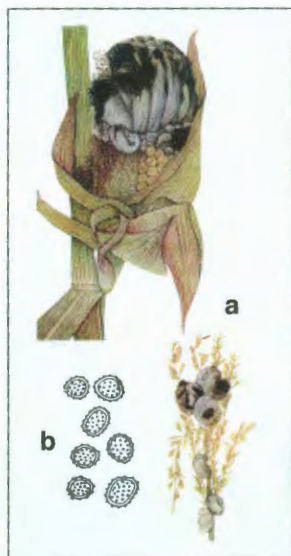


Fig. 140. *Ustilago maydis*:
a. atac pe tulpină, știulete și
panicul; b. teliospori

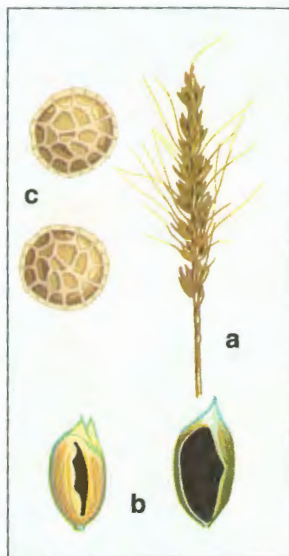


Fig. 141. *Tilletia* spp.:
a. spic de grâu atacat; b. ca-
riopse mălurate; c. teliospori.

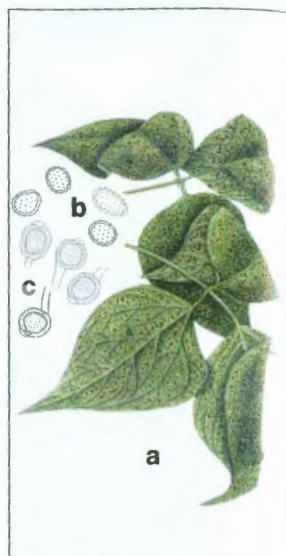


Fig. 142. *Uromyces appendicu-
latus*: a. frunze cu rugină;
b. uredospori; c. teleutospori.

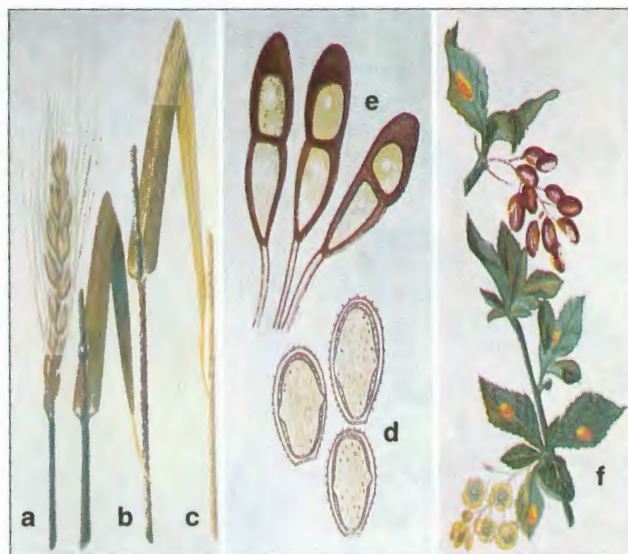


Fig. 143. *Puccinia graminis*: a, b și c. atac pe grâu;
d. uredospori; e. teleutospori; f. atac pe dracilă.

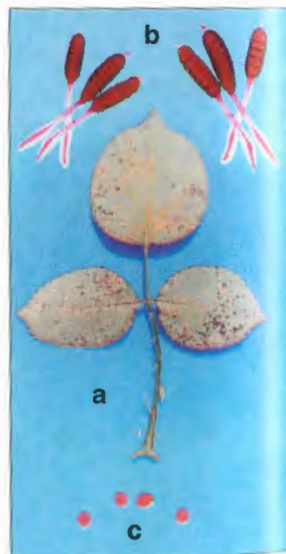


Fig. 144. *Phragmidium disci-
florum*: a. atac (hipofil)
pe frunză; b. teleutospori
pluricelulari; c. uredospori
(colorație cu fucsina acidă).

3.6.2. Lichenii

Lichenii sunt organisme care s-au format în urma unei simbioze îndelungate între o algă și o ciupercă. Aceasta este una dintre cele mai comune și răspândite simbioze.

Datele din literatură menționează că există peste 20 000 de specii de licheni (Webster, 1993). Simbioza la licheni a fost descrisă pentru prima dată de Schwendener, în 1867 (Isaac, 1992).

3.6.2.1. Morfologia talului

Corpul vegetativ al unui lichen este cunoscut sub denumirea de **tal** și este alcătuit din două organisme: **micobiontul** (o ciupercă) și **fotobiontul** (o algă verde sau cianobacterie). Lichenii au caracteristici (morfologice, fiziologice și biochimice) destul de diferite de cele ale celor două organisme componente (Isaac, 1992).

Există peste 13 500 de specii de ciuperci care formează licheni. Acestea aparțin subîncręgăturilor **Ascomycotina**, **Basidiomycotina** (clasa **Hymenomycetes**) și **Deuteromycotina** (Ciurchea, 1998). Marea majoritate (peste 99%) a ciupercilor care formează licheni sunt **Ascomycotina** (Zamfirache și Toma, 2000).

De asemenea, s-a constatat că majoritatea ciupercilor care se găsesc în licheni nu există libere în natură.

Majoritatea fotobionților (peste 70% dintre specii) care se găsesc în talul lichenilor sunt alge verzi unicelulare și filamentoase. Cele mai comune alge verzi aparțin genurilor *Trebouxia*, *Pseudotreboxia*, *Pleurococcus*, *Chaenotheca*, *Hyalococcus*. Dintre cianobacterii (algele albastre-verzi), în talul lichenilor se găsesc specii de *Nostoc*, *Scytonema*, *Rivularia*, *Gloeocapsa* etc. (Ciurchea, 1998).

La majoritatea lichenilor, este prezentă o singură specie de fotobiont (simbiont algal). Totuși, la unele specii, se mai poate găsi o a doua specie, reprezentată de o cianobacterie localizată în cefalodii. **Cefalodiile** sunt protuberante pe corpul lichenilor care pot deveni uneori separate și pot exista ca licheni individuali (Isaac, 1992).

Din punct de vedere morfologic, lichenii prezintă numeroase forme care variază de la agregări celulare la taluri cu structură complexă. Principalele tipuri morfologice de tal sunt **crustos**, **foliaceu** (frunzos) și **fruticulos**. Lichenii crustoși au talul ca o crustă, care aderă strâns de substrat. Lichenii foliacei au talul lamelar cu simetrie dorsoventrală și fixat de substrat prin formațiuni filiforme denumite **rizine**. Lichenii fruticuloși (tufoși) au aspectul unor tufe ramificate și prezintă simetrie radială. Când sunt lungi și subțiri, talul se prezintă sub forma unor filamente, care ajung până la 3 – 4 m lungime. Anumiți licheni fruticuloși corticoli se fixează pe copaci cu ajutorul unui **rizoid** (crampon) dezvoltat. Culoarea talului lichenilor este foarte variată (albă, galbenă, cenușie, brună, verde etc.) și este determinată de coloranți (pigmenți) specifici.

Pe suprafața lichenilor se pot observa formațiuni specifice, precum **soredii**, **izidii** și **cefalodii** (Pop și colab., 1983).

Sorediile sunt formațiuni sferice care sunt alcătuite din celule algale înconjurate de hife de ciuperci (Fig. 78). Izidiile sunt formațiuni columnare care au aceeași alcătuire ca și talul lichenilor pe care s-au format. Prin desprindere de tal, pot da naștere la un nou lichen.

Cefalodiile sunt caracteristice numai anumitor licheni din genul *Peltigera*. Acestea conțin în alcătuirea lor o cianobacterie (*Nostoc, Gloeocapsa*).

Lichenii care conțin ciuperci **Ascomycotina** formează apotecii sau peritecii în care se găsesc asce cu ascospori. Apoteciile au formă de cupă, sunt sesile sau pedicelate și se formează pe suprafața talului. Periteciile sunt cufundate în talul lichenilor și prezintă un por (ostiolă) prin care se eliberează ascosporii din asce. Numeroase specii prezintă în tal picnidii care conțin picnospori (conidii).

3.6.2.2. Structura talului

Din punct de vedere structural, lichenii prezintă caractere distinctive, în funcție de grup, care au valoare taxonomică. Aceste caractere diferă în funcție de morfologia talului (crustos, foliaceu, fruticulos), tipul de fotobiont (algă verde sau cianobacterie), organizarea hifelor ciupercii etc.

În interiorul talului, hifele ciupercii pot fi orientate și, în unele cazuri, așezate în straturi. De aceea, mulți licheni au structură distinctă. Din punct de vedere morfologic, hifele ciupercilor care se găsesc în structura lichenilor sunt destul de asemănătoare cu cele ale speciilor care nu formează licheni (Isaac, 1992).

În funcție de structura lichenilor, se disting două tipuri generale de tal: **homeomer** și **heteromer**. Talul homeomer are cei doi simbioți (micobiontul și fotobiontul) distribuiți uniform. Hifele ciupercii sunt împletite lax și formează o rețea în ochiurile căreia se găsesc celulele fotobiontului (**gonidiile**). Un astfel de tal homeomer prezintă lichenii gelatinoși din familia **Collemataceae** (Ciurchea, 1998), care conțin cianobacterii din genul *Nostoc*.

Talul heteromer prezintă în secțiune o distribuție neuniformă a celor doi simbioți. Lichenii crustoși și foliacei au talul heteromer (dorsoventral) alcătuit din **cortex superior, medulă și cortex inferior**. Cortexul (superior și inferior) este format din hife de ciupercă împletite caracteristic sub formă de rețea. Hifele ciupercii nu pot fi observate, deoarece sunt incluse într-o matrice polizaharidică alcătuită, în general, din **glucan**. În condiții de laborator, a fost posibilă descompunerea matricei polizaharidice și observarea hifelor, în cortex și medulă, prin tratare cu un amestec de protează și detergent (Angleseca și colab., citați de Isaac, 1992). Unii licheni crustoși nu prezintă cortex inferior. Acesta este înlocuit de hife cu rol în fixare de substrat.

În medula talului se găsesc hife de ciupercă împletite lax sub formă de rețea. În ochiurile rețelei se găsesc celule asimilatoare (**gonidii**) distribuite diferit, în funcție de specie. La unii licheni, stratul de celule asimilatoare se găsește mai ales sub cortexul superior și este slab reprezentat spre cortexul inferior (Fig. 79).

Lichenii fruticuloși au tal heteromer (radiar) alcătuit, de la exterior spre interior, din cortex (circular), strat algal, zonă medulară și o zonă centrală. Stratul algal este alcătuit din celule asimilatoare, iar zona medulară din celule ale fotobiontului și hife de ciupercă. În zona centrală se găsesc hife de ciupercă.

3.6.2.3. Înmulțirea

Înmulțirea lichenilor se realizează pe cale vegetativă, asexuat și sexual.

Înmulțirea vegetativă este foarte frecventă la licheni și se realizează prin **soredii, izidii, cefalodii și fragmente de tal**. Lichenii produc aceste structuri (soredii, izidii, cefalodii) care se dislocă ușor de pe suprafața talului și funcționează ca propagule vegetative (Isaac, 1992).

Ciupercă constitutivă a lichenilor se poate înmulți asexuat și sexual. Înmulțirea asexuată se realizează prin conidii, iar cea sexuală prin ascospori și/sau bazidiospori, în funcție de grupul de ciuperci (**Ascomycotina, Basidiomycotina**). Sporii ciupercii sunt eliberați în mediu, germinează pe substrat și dau naștere la hife caracteristice. Dacă au șansa să întâlnească celulele fotosimbiontului, vor putea să formeze un nou lichen.

În literatură nu se cunoaște frecvența cu care are loc simbioza lichenilor în mediul natural. În condiții de laborator, s-a obținut sinteza lichenului *Cladonia cristatella*. Această "lichenizare" s-a realizat în condiții de limitare a nutrienților, de umiditate ridicată, folosindu-se fotobiontul *Trebouxia erici* (Isaac, 1992).

3.6.2.4. Procese fiziologice ale lichenilor

Nutriția

Celulele fungice din structura lichenilor oferă fotobiontului (celulelor asimilatoare) apă și săruri minerale pe care le iau din mediu.

În interiorul celulelor fotobiontului are loc procesul de fotosinteză și se sintetizează substanțe organice. O mare parte (peste 80%) din compușii organici sintetizați de celulele fotobiontului trec la ciupercă împreună cu vitamine esențiale (biotină și tiamină).

În cazul simbioților cianobacterieni, produșii fotosintetici sunt transformați în glucoză, care apoi este eliberată celulelor fungice. Algele verzi simbioante transformă produșii fotosintezei în **polioli** (ribitol, eritrol, sorbitol) fungici, care sunt utilizați de ciupercă și transformați în **manitol, arabitol** etc. Polioli fungici funcționează ca și produși de depozitare în micobiont. Lichenii cu simbioți cianobacterieni au capacitatea de a fixa azotul la nivelul heterocistelor. Ulterior, azotul este metabolizat în celulele fotobiontului (Isaac, 1992).

Aceste date dovedesc curgerea unidirecțională spre partenerul fungic a substanțelor sintetizate de fotobiont. De aceea, unii autori consideră lichenii ca fiind un caz particular de **parazitism**.

În cadrul lichenilor, ca și grup, pot fi identificate atât caracteristici ale relației parazitare, cât și simbiotice. Relația simbiotică în cadrul lichenilor este de lungă durată și a menținut un anumit grad de **mutualism** (Isaac, 1992).

Creșterea

Rata de creștere a lichenilor este foarte scăzută. În general, creșterea este de circa 0,1–2,0 mm/an la lichenii crustoși și de 2 cm/an la cei cu tal foliaceu și fruticulos (Scagel și colab., 1984).

În timpul anului, rata de creștere a lichenilor este variabilă și este influențată de schimbările condițiilor de mediu (cantitatea de lumină incidentă primită, variația temperaturii și cantității de apă). Această rată scăzută de creștere poate fi explicată prin faptul că talul lichenilor are o sursă mică de nutrienți (**fotobiontul**) care alimentează un rezervor mare (**micobiontul**).

Lichenii prezintă o capacitate eficientă de absorbție a substanțelor din mediu (sol, apă, aer). Un dezavantaj al acestei capacități este faptul că substanțele radioactive din aer sunt încorporate în tal. Stronțul (^{90}Sr) și cesiul (^{137}Cs) radioactivi sunt absorbiți ușor și se acumulează în talul lichenilor. În regiunile nordice, lichenii sunt consumați și de reni și astfel o parte din substanțele radioactive sunt introduse în lanțuri trofice (Isaac, 1992).

Creșterea lichenilor este foarte redusă, într-o atmosferă poluată. Aceștia sunt sensibili la poluarea cu SO_2 și metale grele. În prezent, lichenii sunt considerați indicatori biologici și sunt utilizați la așa numita **cartografiere a poluării**.

Compensația majoră pentru creșterea încetă a talului este longevitatea mare a lichenilor. În condiții favorabile de mediu, unii licheni pot trăi câteva sute de ani (Isaac, 1992).

3.6.2.5. Compoziția chimică

În talul lichenilor se găsesc produși metabolici specifici, care sunt rezultatul relației simbiotice îndelungate. Acești produși sunt denumiți **substanțe lichenice** și au structură chimică (acizi, terpene, chinone etc.) diferită. Numărul substanțelor metabolice de origine **mixtă** se estimează la mai mult de 300 (Zamfirache și Toma, 2000).

Unele substanțe lichenice (terpene, chinone etc.) determină culoarea talului la licheni. Alte substanțe produc, sub influența potasiului, hipocloritului sau a aminelor aromatice, colorații particulare ale talului, necesare pentru identificarea lichenilor (Zamfirache și Toma, 2000).

Anumite substanțe lichenice (acid usnic, acid evernic, acid rhizocarpic, acid stictic etc.) se găsesc numai în talul unor specii de licheni. Astfel, acidul usnic este specific pentru speciile de *Usnea*, iar acidul rhizocarpic pentru talul de *Rhizocarpon*.

În talul lichenilor s-au identificat substanțe lichenice cu acțiune antibiotică. De aceea, din talul acestora s-au obținut biopreparate cu acțiune farmaceutică.

3.6.2.6. Ecologie

Lichenii sunt răspândiți pretutindeni și se dezvoltă pe substrat sărac (rocă, zid etc.), dar și în condiții prielnice altor organisme. Ei se dezvoltă în deșerturi, în tundre polare, pe stânci, pe scoarța copacilor etc. (Pop și colab., 1983).

După substratul pe care trăiesc, lichenii se clasifică în tericoli (pe sol), saxicoli (pe stânci) și corticoli (pe scoarța copacilor).

3.6.2.7. Originea și evoluția lichenilor

Vechimea lichenilor este mai puțin cunoscută. Se presupune, totuși, că sunt de vârstă terțiară. Filogenia lichenilor se bazează pe originea și evoluția celor doi simbionți (Pop și colab., 1983).

3.7. Clasificarea ciupercilor

Ciupercile sunt clasificate în **categorii taxonomice** (încrengătură, clasă, subclasă, ordin etc.), pe baza caracterelor (morfologie, mod de formare, structură) sporilor și miceliului. Denumirea categoriilor taxonomice, în care fungii (ciupercile) sunt clasificați, este stabilită în conformitate cu principiile și regulile **Codului Internațional de Nomenclatură Botanică**.

De-a lungul timpului, s-au întocmit numeroase scheme de taxonomie a fungilor care au fost mai mult sau mai puțin acceptate. Clasificarea actuală a fungilor, publicată de Ainsworth (1973) și adoptată de Webster (1980, 1993) și alți micologi, este în general cea mai acceptată și este prezentată în acest volum.

Ciupercile alcătuiesc regnul **Fungi** și sunt grupate în două încrengături, în funcție de prezența sau absența peretelui celular (Tab. 10). Încrengătura **Myxomycota** cuprinde circa 600 de specii care nu prezintă perete celular. Încrengătura **Eumycota** cuprinde circa 100 000 de specii, care au peretele celular alcătuit din diferite polizaharide. În regnul **Fungi** sunt incluși și lichenii, care cuprind 20 000 de specii (Webster, 1993).

Taxonomia lichenilor se bazează în întregime pe caracterele ciupercilor (Isaac, 1992). Majoritatea lichenilor sunt incluși în subîncrengătura **Ascomycotina**, în clasa **Discomycetes**; puține specii aparțin la **Basidiomycotina** și **Deuteromycotina** (Purvis și colab., 1992).

Tabelul 10

Clasificarea ciupercilor

Încrengătura	Subîncrengătura	Clasa	Ordinul
Myxomycota	-	Acrasiomycetes Myxomycetes	Acrasiales Ceratiomyxales Physariales Stemonitales Trichiales
		Hydromyxomycetes Plasmodiophoromycetes	Labyrinthulales Plasmodiophorales
Eumycota	Mastigomycotina	Chytridiomycetes	Blastocladales Chytridiales Monoblepharidales
		Hyphochytridiomycetes	Hyphochytriales

	Zygo- mycotina	Oomycetes	Leptomitales Lagenidiales Peronosporales Saprolegniales Entomophthorales Mucorales Zoopagales Amoebidiales Ecrinales
		Zygomycetes	Endomycetales Protomycetales Taphrinales Erysiphales Eurotiales
		Trichomycetes	Laboulbeniales
		Hemiascomycetes	Sphaeriales Helotiales Lecanorales Peltigerales Pezizales Phacidiales Teloschistales Tuberales
		Plectomycetes	Dothideales Pleosporales Agaricales Aphylllophorales Auriculariales Dacrymycetales Exobasidiales Tremellales
	Asco- mycotina	Laboulbeniomycetes*	Lycoperdales Nidulariales Phallales Sclerodermatales Uredinales Ustilaginales
		Pyrenomycetes	Sporobolomycetales
		Discomycetes	Cryptococcales Melanconiales Sphaeropsidales
		Loculoascomycetes	Hyphomycetales (Moniliales)
		Hymenomycetes	
Basidio- mycotina		Gasteromycetes	
		Teliomycetes	
		Blastomycetes	
		Coelomycetes	
Deutero- mycotina		Hyphomycetes	

Legendă: * = exoparazite pe insecte.

3.7.1. Încrângătura Myxomycota

În încrângătura **Myxomycota** sunt cuprinse circa 500 de specii de ciuperci saprofite și parazite care au talul de tip plasmodiu. Speciile acestei încrângături sunt grupate în 4 clase: **Myxomycetes**, **Hydromyxomycetes**, **Acrasiomycetes** și **Plasmodiophoromycetes** (Webster, 1993).

3.7.1.1. Clasa Myxomycetes

Această clasă cuprinde numai specii saprofite, care se dezvoltă, în natură, pe diferite substraturi (lemn, frunze, sol etc.).

Morfologia talului

Talul plasmodial este considerat o "aglomerare" de celule fuzionate. La unele specii de **Myxomycetes** există plasmodiu adevărat (propriu-zis) care s-a format prin fuziunea celulelor. Acest plasmodiu este omogen și nu prezintă membrane despărțitoare între celulele fuzionate.

La alte specii, plasmodiul este denumit pseudoplasmodiu (plasmodiu de agregare), deoarece există membrane despărțitoare între celulele fuzionate.

Talul plasmodial nu are formă fixă. Acesta prezintă prelungiri citoplasmatic numite pseudopode (gr. pseudo = fals; podium = picior), care-i modifică forma. La exterior, plasmodiul prezintă ectoplasmă hialină, iar la interior endoplasmă mai vâscoasă. În masa citoplasmatică a plasmodiului se găsesc numeroși nuclei (2n), mitocondrii, vacuole pulsatile etc. Mixomicetele prezintă pigmenți caracteristici care determină culoarea variată (albă, galbenă, brună etc.) a plasmodiului, în funcție de specie.

Înmulțirea

Mixomicetele sunt organisme **haplodiplobionte** (Fig. 145). În primele etape ale dezvoltării ontogenetice, plasmodiul preferă locuri umede (**hidrotropism pozitiv**) și întunecate (**fototropism negativ**). Mai târziu, plasmodiul crește și se deplasează spre lumină (**fototropism pozitiv**), unde se transformă în corpuri sporifere (sporocarpi). În interiorul corpului sporifer, se diferențiază mixospori (n) și filamente citoplasmatic denumite **elateri**.

Totalitatea elaterelor dintr-un corp sporifer formează **capilițiul** (lat. capillitium = fir de păr). Elaterii au rol în diseminarea mixosporilor din corpul sporifer (Tănase și Mititiuc, 2001).

La suprafața corpului sporifer se găsește o membrană groasă denumită **peridie**. La unele specii, peridia este impregnată cu carbonat de calciu.

În condiții favorabile de mediu, plasmodiul se fragmentează și formează corpuri sporifere (sporangii) caracteristice, sesile sau pedicelate și dispuse izolat sau grupat. La unele specii, sporangii sunt fuzionați și sunt acoperiți de o peridie comună, de timpuriu, formând un **etaliu** (gr. aethalos = scrum). În condiții nefavorabile, plasmodiul

mixomicetelor formează scleroți care pot supraviețui mult timp. La apariția condițiilor favorabile, scleroții germinează și formează plasmodiul care continuă ciclul de dezvoltare (Alexopoulos, 1964).

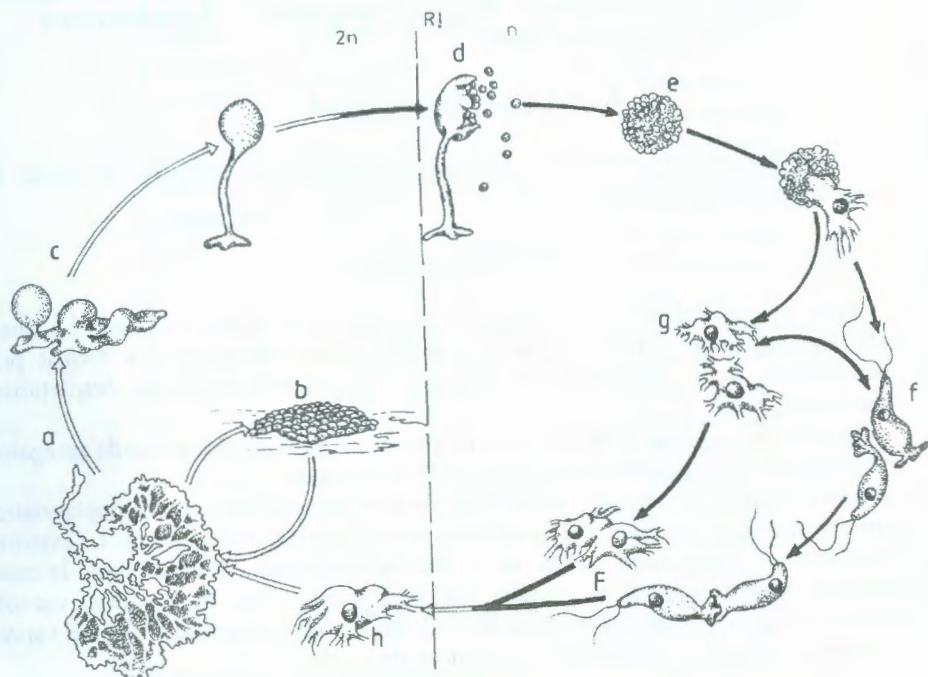


Fig. 145. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la *Myxomycetes*:
a. plasmodiu; b. scleroți; c. corp sporifer (sporocarp); d. formarea mixosporilor;
e. mixospori; f. mixomonadă; g. amoebă; h. zigot; F. fecundație; R! diviziune reduțională.

La mixomicete, formarea mixosporilor (n) este precedată de diviziunea reduțională și apoi mitotică a nucleilor diploizi. În condiții favorabile de mediu (pH, substrat nutritiv, umiditate), mixosporii germinează și dau naștere zoosporilor (mixomonadelor). Mixomonadele se pot transforma în mixamoebă care formează pseudopode. Mixomonadele și/sau mixamoebele fuzionează câte două, deoarece au potențe sexuale diferite și se comportă ca izogameți. În urma fecundației, se formează zigotul ($2n$), denumit mixamoebozigot, care prin diviziuni mitotice succesive dă naștere plasmodiului plurinucleat (Fig. 145).

În dezvoltarea ontogenetică a mixomicetelor alternează faza haploidă (gametofitică) și faza diploidă (sporofitică).

Nutriția

Nutriția mixomicetelor este saprofită și se realizează pe toată suprafața plasmodiului. Aceste specii trăiesc pe diferite substraturi (în sol, pe resturi vegetale etc.) pe care le descompun.

Clasificarea mixomicetelor

În clasa *Myxomycetes* sunt cuprinse circa 400 de specii saprofite, grupate în mai multe ordine (Tab. 10), precum: *Trichiales*, *Stemonitales*, *Physariales*, *Ceratiomyxales* etc. (Herrera și Ulloa, 1990).

Mixomicetele sunt clasificate pe baza caracterelor morfologice ale sporangilor, mixosporilor și plasmodiului (Scagel și colab., 1984).

Ordinul Stemonitales

Acest ordin cuprinde mixomicete saprofite care formează corpuri sporifere pedicelate. La *Stemonitis* (Fig. 146), corpurile sporifere ajung până la 20 mm înălțime (Scagel și colab., 1984).

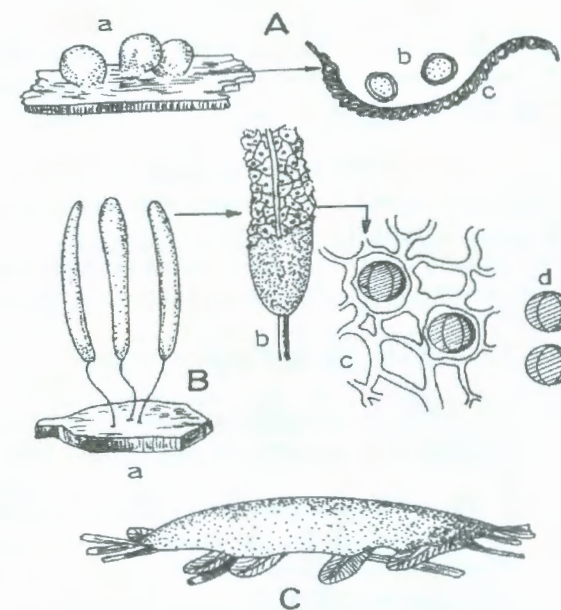


Fig. 146. Specii de *Myxomycetes*:

A. *Trichia varia*: a. corp sporifer; b. mixospori; c. elatere; B. *Stemonitis fusca*: a. corp sporifer; b. peridie; c. capilițiu reticulat și mixospori; d. mixospori; C. *Fuligo septica*: plasmodiu cu corpuri sporifere.

La *Stemonitis fusca* (Fig. 80), plasmodiul are culoare brună, iar corpurile sporifere sunt cilindrice, brune, susținute de un pedicel. Pedicelul se continuă în interiorul corpului sporifer cu un ax denumit **columelă**. La suprafața corpului sporifer se găsește o **peridie** care dispare pe măsură ce acesta se maturizează. Sub peridie se găsesc capiliții reticulați sub formă de rețea și mixospori sferici și echinulați (Fig. 146).

Pedicelul și columela corpului sporifer sunt acoperite de o peliculă strălucitoare (Scagel și colab., 1984). Această specie se întâlnește, în natură, pe lemn putred.

Ordinul Trichiales

Acest ordin cuprinde mixomicete care formează sporangii sesili sau scurt pedicelați. Corpurile sporifere (sporangii) nu prezintă columelă, dar au capiliții abundent alcătuit din elatere filamentoase.

La *Trichia varia* (Fig. 81), plasmodiul este gălbui, iar corpurile sporifere au culoare galbenă-portocalie și formă sferică (Fig. 146).

Sporocarpii prezintă la suprafață peridie, iar la interior elatere filamentoase (0,5 – 1 mm), cu îngroșări dublu spiralate și mixospori. Această specie se întâlnește în natură pe trunchiuri și ramuri putrede de copaci (Pârva, 1999).

Ordinul Physarales

Acest ordin cuprinde mixomicete care au corpurile sporifere solitare sau grupate în etalii. Corpurile sporifere sunt acoperite cu o peridie care conține o peliculă de CaCO_3 .

Speciile genului *Physarum* au corpurile sporifere pedicelate, iar cele de *Fuligo* formează etalii.

La *Fuligo septica* (Fig. 82), etaliile sunt acoperite cu o peridie strălucitoare care are culori diferite (galbenă, roșcată etc.). Această specie se întâlnește pe lemnul ustensilelor din tăbăcării, pe rumeguș etc. (Scagel și colab., 1984).

La *Mucilago spongiosa*, etaliile sunt albe, fragile și se prezintă sub forma unui manșon pe plante ierboase sau pe tulpinile unor arbuști (Tănase și Mititiuc, 2001).

3.7.1.2. Clasa Plasmodiophoromycetes

Această clasă cuprinde ciuperci endoparazite intracelular care au talul plasmodial. Înmulțirea asexuată se realizează prin zoospori, iar cea sexuată prin izogamie. Sporul sexuat este denumit **zigospor**.

Două specii de **Plasmodiophoromycetes** prezintă importanță economică, deoarece parazitează plante cultivate. Astfel, *Spongospora subterranea* cauzează râia făinoasă a cartofului, iar *Plasmodiophora brassicae* hernia rădăcinilor de varză. Plantele atacate de *Plasmodiophora brassicae* prezintă pe suprafața rădăcinii umflături (tumori, gale) galbene, moi la pipăit. Datorită atacului, rădăcina putrezește și planta nu formează căpătână (Fig. 83).

3.7.2. Încrângătura Eumycota

Această încrângătură este divizată în 5 subîncrângături: **Mastigomycotina**, **Zygomycotina**, **Ascomycotina**, **Basidiomycotina** și **Deuteromycotina** (Tab. 11).

Tabelul 11

Caractere generale ale ciupercilor Eumycota

Subîncrângătura	Aparatul vegetativ	Structura peretelui celular	Spor asexuat	Spor sexuat
Mastigomycotina	gimnoplast sau hifă (n) sifonoplast (2n)	chitină-glucan celuloză-chitină celuloză-glucan	zoospor uniflagelat zoospor biflagelat	oospor
Zygomycotina	sifonoplast (n)	chitină-chitosan (chitină-glucan)	sporangiospor (aplanospor)	zigospor
Ascomycotina	miceliu primar (n) și miceliu secundar (n+n)	chitină-glucan	conidie sau blastospor	ascospor
Basidiomycotina	miceliu primar (n) și miceliu secundar (n+n)	chitină-glucan	(conidie)	bazidiospor
Deuteromycotina	miceliu primar (n)	chitină-glucan	conidie	nu este cunoscut

3.7.2.1. Subîncrângătura Mastigomycotina

Această subîncrângătură (Tab. 10) cuprinde 3 clase (**Chytridiomycetes**, **Hyphochytridiomycetes** și **Oomycetes**) care au reprezentanți foarte diverși morfologic.

Aparatul vegetativ (talul) poate fi **gimnoplast** sau **sifonoplast**. La aceste ciuperci, faza diploidă este redusă la o singură celulă, cu excepția ciupercilor **Oomycetes**, la care sifonoplastul are nucleu diploid (Pârva, 1996).

Structura zoosporilor (sporilor asexuați) este foarte importantă, pentru clasificarea ciupercilor **Mastigomycotina** (Fig. 147).

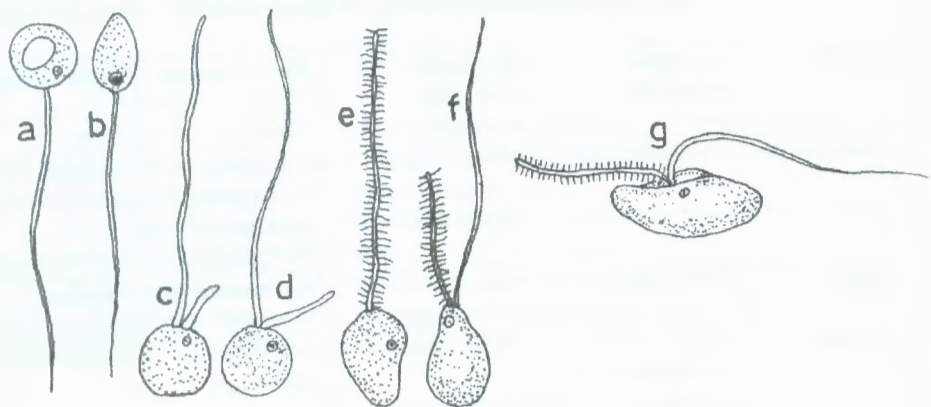
3.7.2.1.1. Clasa Chytridiomycetes

Miceliul acestor ciuperci este reprezentat de gimnoplast sau de o hifă cu perete celular alcătuit din **chitină** și **glucan** (Tab. 11). Zoosporii și gameții prezintă câte un flagel posterior (Fig. 147).

Zoosporii se formează în sporange care poate fi **holocarpic** sau **eucarpic**. Sporangele holocarpic se formează prin transformarea integrală a talului în structură

Clasa **Chytridiomycetes** cuprinde ciuperci acvatice și terestre, saprofite și parazite, grupate în trei ordine: **Chytridiales**, **Blastocladales** și **Monoblepharidales** (Tab. 10).

Clasa **Chytridiomycetes** cuprinde ciuperci acvatice și terestre, saprofite și parazite, grupate în trei ordine: **Chytridiales**, **Blastocladales** și **Monoblepharidales** (Tab. 10).



Ordinul Blastocladiales

Acest ordin cuprinde ciuperci care au talul fixat de substrat prin rizoizi. Ele prezintă sporange eucarpic și se înmulțesc sexuat prin izogamie și anizogamie. Majoritatea ciupercilor sunt saprofite și se întâlnesc în sol sau în apă. Ciupercile din genul *Coelomomyces* sunt parazite obligate pe insecte. Acestea nu au talul prevăzut cu rizoizi (Webster, 1993).

Ordinul Monoblepharidales

Acest ordin cuprinde numai ciuperci saprofite, acvaticе și tericole, care au talul reprezentat de o hifă filamentoasă și ramificată. Ele formează sporangii eucarpici și se înmulțesc sexual prin oogamie (Webster, 1993).

Ordinul Chytridiales

În acest ordin sunt cuprinse ciuperci saprofite și parazite, acvatic și tericole, care au talul de formă variată. Unele specii formează sporangii holocarpici, iar altele eucarpici. Înmulțirea sexuată se realizează prin izogamie.

La *Synchytrium endobioticum*, talul este un gimnoplast endoparazit intracelular și holocarpic. Talul se transformă în **sorosporange** alcătuit din numeroși sporangi, după ce a parcurs în prealabil stadiul de **prosor**. Într-un sporange se formează numeroși zoospori uniflagelați capabili de infecție (Fig. 148).

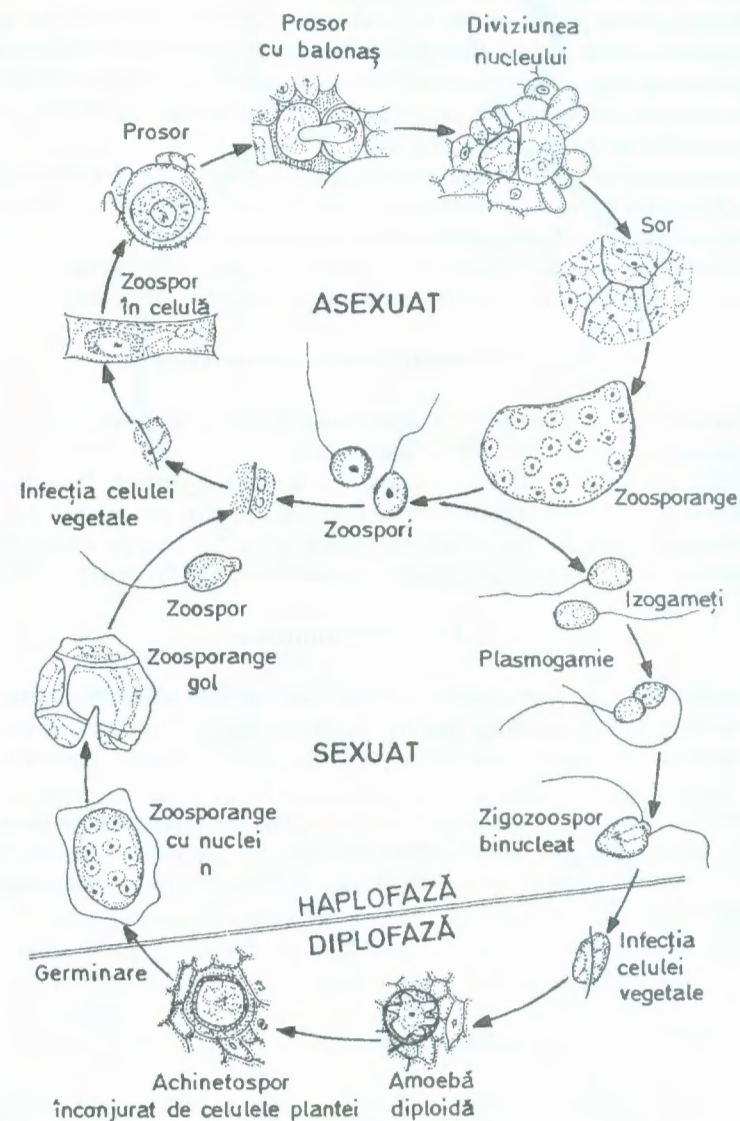


Fig. 148. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la *Synchytrium endobioticum*.

Reproducerea sexuală se produce prin copularea izogameților proveniți din zoospori. În urma fecundației, se formează un zigozoospor biflagelat care infectează celulele plantei gazdă și devine amoebă. Apoi, se înconjoară cu un înveliș gros protector și devine **achinetospor**. Invelișul achinetosporului este alcătuit din trei membrane suprapuse: **epispor** (la exterior), **exospor** (la mijloc) și **endospor** (la interior).

Celulele plantei gazdă situate în jurul celei infectate se divid activ și formează excrescențe (tumori) caracteristice pe organele atacate. Prin germinarea achinetosporului se formează un sporangiu care conține numeroși zoospori capabili să infecteze plantele.

Synchytrium endobioticum este o specie **haplobiontă**, cu diplofaza de scurtă durată și reprezentată de achinetospor (Fig. 84).

Această ciupercă parazită atacă numeroase plante cultivate și spontane din familia **Solanaceae**. La cartof (*Solanum tuberosum*), *Synchytrium endobioticum* determină boala cunoscută sub denumirea de **buba neagră**, **râia neagră** sau **cancer**.

Pe organele atacate (tuberculi, stoloni, tulpina supraterană) se formează excrescențe brune-negricioase care conțin numeroși achinetospori (Fig. 84).

3.7.2.1.2. Clasa Hyphochytridiomycetes

În această clasă sunt cuprinse ciuperci **haplobionte**, saprofite și parazite, care au talul variat: sifonoplast, plasmodiu și hifă filamentoasă.

Peretele celular al talului este alcătuit din **celuloză** și **chitină**. Înmulțirea asexuată se realizează prin zoospori uniflagelați care au **flagel anterior**, iar cea sexuală prin oogamie.

Aceste ciuperci se întâlnesc în ape și pe sol umed. Speciile parazite se dezvoltă pe alge dulcicole și marine, pe ciuperci și nevertebrate acvatice etc. (Webster, 1993).

3.7.2.1.3. Clasa Oomycetes

Această clasă cuprinde ciuperci care au talul reprezentat de **sifonoplast**. Peretele celular este alcătuit din **celuloză** și **glucan**. La unele specii, talul este holocarpic, iar la altele este eucarpic. Zoosporii sunt mobili și biflagelați, cu flageli heteroconți inserați lateral (Fig. 147).

Înmulțirea sexuală are loc prin fuziunea heterogametangiiilor (oogon, anteridie) formate pe aceeași hifă (la speciile **homotalice**) sau pe hife diferite (la speciile **heterotalice**). Oogonul conține una sau câteva oosfere. Produsul înmulțirii sexuate se numește **oospor** (Fig. 149).

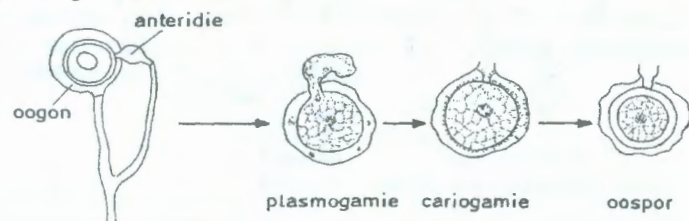


Fig. 149. Formarea oosporului.

La ciupercile **Oomycetes**, în contrast cu alți fungi **Mastigomycotina**, numai gametii (nucleii anteridiei și oogonului) sunt haploizi; miceliul și zoosporii sunt diploizi. Aceste ciuperci sunt **diplobionte** (Fig. 150).

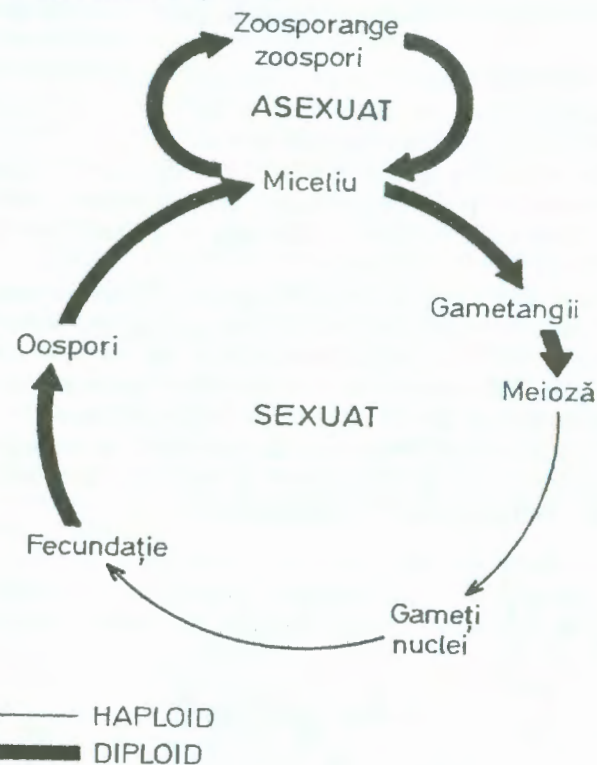


Fig. 150. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la **Oomycetes**.

Majoritatea ciupercilor **Oomycetes** sunt acvatice; câteva trăiesc în sol sau parazitează pe plante la care determină boli comune (Webster, 1993).

Ciupercile **Oomycetes** sunt grupate în 4 ordine: **Saprolegniales**, **Lagenidiales**, **Leptomitales** și **Peronosporales** (Tab. 10).

Ordinul **Leptomitales** cuprinde ciuperci oomicete la care talul este eucarpic și oogonul conține o singură oosferă. Ordinul **Lagenidiales** cuprinde ciuperci acvatice care au talul holocarpic. Majoritatea sunt parazite pe alge și ciuperci acvatice.

Ordinul Saprolegniales

Acest ordin cuprinde ciuperci oomicete la care talul este holocarpic sau eucarpic. Oogonul conține o singură oosferă sau câteva oosfere (Webster, 1993).

În ceea ce privește nutriția, ordinul **Saprolegniales** cuprinde ciuperci saprofite și ciuperci parazite. Majoritatea speciilor de *Saprolegnia* sunt saprofite în ape dulci și în sol.

Unele specii (*Saprolegnia ferox* și *Saprolegnia parasitica*) sunt importante economic, deoarece parazitează pe pești și pe icre (Webster, 1993).

Ordinul Peronosporales

În acest ordin sunt cuprinse ciuperci parazite și saprofite. La speciile parazite, sifonoplastul se dezvoltă în spațiile intercelulare și/sau intracelular. Absorbția substanțelor din țesuturi se realizează prin **haustori** sau prin **osmoză**.

Înmulțirea asexuată a acestor ciuperci se realizează prin zoospori. Sporangiele produc prin germinare zoospori biflagelați sau filament germinativ, când se comportă ca o conidie. Astfel, la unele specii se formează **sporangi** pe sporangiofori, iar la altele **conidii** pe conidiofori (Pârvu, 1996).

Înmulțirea sexuată este o heterogametangiogamie și anume **oogamie sifonogamă**. Oogonul conține numai o oosferă, iar anteridia este plurinucleată. Anteridia și oogonul se formează pe aceeași hifă (la speciile homotalice) sau pe hife diferite (la speciile heterotalice). Oosporul este acoperit de trei membrane (endospor, exospor și epispor) suprapuse și îndeplinește rolul de spor de rezistență al acestor ciuperci.

Clasificarea ciupercilor **Peronosporales** este bazată pe caracterele sporangilor și sporangioforilor și/sau conidiilor și conidioforilor (Fig. 151). În acest ordin se disting 3 familii: **Pythiaceae**, **Albuginaceae** și **Peronosporaceae**.

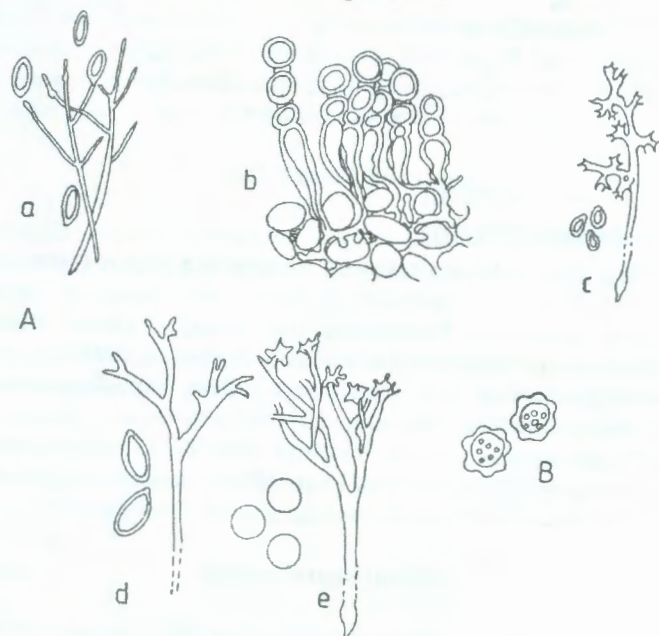


Fig. 151. Ciuperci **Peronosporales**:

A. sporangiofori și sporangi: a. *Phytophthora*; b. *Albugo*; c. *Plasmopara*; d. *Peronospora*; e. *Bremia*; B. oospori.

Familia Pythiaceae

În această familie sunt cuprinse ciuperci saprofite și ciuperci parazite care n-au atins stadiul evolutiv de parazit obligat. Zoosporii se diferențiază în sporange format pe hifă nediferențiată sau pe sporangiofor cu creștere nelimitată.

Ciupercile **Pythiaceae** sunt grupate în genurile *Pythium* și *Phytophthora*. La *Pythium*, sporangii se formează pe hifă nediferențiată.

La *Phytophthora*, sporangii se formează pe sporangiofor cu creștere nelimitată. Sporangioforii sunt cilindrici, ramificați monopodial altern și formează numeroși sporangi de mărimi și vârste diferite. Ramificațiile sporangioforului prezintă pe traiectul lor protuberanțe care marchează locul unde s-au format generațiile anterioare de sporangi.

Genul *Phytophthora* cuprinde ciuperci parazite care atacă plante cultivate și spontane. *Phytophthora infestans* (Fig. 85) atacă plante de cartof (*Solanum tuberosum*), de tomate (*Lycopersicum esculentum*) etc., la care determină boala denumită **mană**.

La cartof, atacul de mană se manifestă pe organele supratereane și pe tuberculi. Pe frunze, simptomul de mană se manifestă prin apariția, pe fața superioară, a unor pete verzi-gălbui care, mai târziu, devin brune-negricioase. În dreptul acestor pete, hipofil, se formează, pe vreme umedă, un puf albicios format din **sporangiofori** și **sporangi**.

Sporangioforii ies la suprafața frunzei prin ostiola stomatei. Tuberculi atacați de mană prezintă, în secțiune, pete necrotice, brune, care înaintază de sub periderm spre partea mediană (Pârvu, 1996).

Miceliul ciupercii *Phytophthora infestans* este reprezentat de un sifonoplast endoparazit intercelular. Acesta absoarbe substanțele din celulele plantei gazdă cu ajutorul unor haustori de formă sferică. Pe miceliu se diferențiază sporangiofori cu sporangi caracteristici (Fig. 151).

Familia Albuginaceae

În această familie sunt cuprinse ciuperci **parazite obligate** care au miceliul endoparazit intercelular. Pe miceliu cresc sporangiofori scurți, cu creștere nelimitată, pe care se formează sporangi dispuși în lanț (Fig. 151). Sporangii se formează prin străngularea repetată a părții apicale a sporangioforului; aceștia sunt legați între ei prin punți citoplasmice. Din germinarea sporangelui rezultă zoospori biflagelați și numai rareori filamente de germinație. Aceste ciuperci produc la plante boli cunoscute sub denumirea de **albumeală**. Denumirea bolii sugerează culoarea albă a sporulației alcătuită din sporangiofor și sporangi. O specie caracteristică pentru această familie este *Albugo candida* care parazitează plante (varză, ridichi, traista-ciobanului) din familia **Brassicaceae** (Pârvu, 1996).

Familia Peronosporaceae

În această familie sunt cuprinse ciuperci **parazite obligate** care produc boli la plante cunoscute sub denumirea de **mană** sau mănare. La aceste ciuperci, miceliul este

reprezentat de un **sifonoplast** endoparazit intercelular, prevăzut cu haustori de formă caracteristică.

Pe miceliu se formează sporangiofori care sunt ramificați și au creștere limitată. Tipul de ramificare a sporangioforului și/sau conidioforului prezintă importanță taxonomică. Prin germinarea sporangelui se formează zoospori biflagelați (la *Plasmopara*) sau filament de infecție (la *Peronospora* și *Bremia*). Sporangii de *Peronospora* și *Bremia* se comportă ca niște conidii, deoarece produc tub germinativ.

La *Peronospora*, sporangioforii sunt ramificați dicotomic terminal. Ultimele ramificații ale sporangioforului se termină cu sterigme grupate câte două, la vârful cărora se formează sporangi (Fig. 151).

La *Bremia*, sporangioforii sunt ramificați dicotomic în jumătatea superioară. Ultimele ramificații au capetele umflate ca o cupă, pe suprafața căreia sunt inserate 2 – 8 sterigme. Pe fiecare sterigmă se formează câte un sporangie (conidie) sferic sau elipsoidal (Fig. 151).

La *Plasmopara*, sporangioforii sunt ramificați monopodial în treimea superioară. Ramificațiile sporangioforului au o dispoziție aproape perpendiculară pe axul principal și prezintă la capătul lor sterigme scurte, grupate (2 – 3). Sporangii sunt elipsoidali sau sferici (Fig. 151).

Dintre speciile acestui gen, importanță economică deosebită prezintă *Plasmopara viticola* (Fig. 151) care determină mana la vița de vie.

Mana viței de vie se manifestă pe toate organele supraterane ale plantei (Fig. 86). Pe frunzele de viță de vie, atacul este frecvent. Inițial, pe fața superioară a frunzelor apar pete gălbui, care mai târziu se brunifică. Pe fața inferioară a frunzelor, în dreptul petelor epifile, apar prin stomate sporangioforii și sporangii ciupercii sub forma unui puf albicios.

Boala se poate manifesta pe fructe (bace, "boabe"), în toate stadiile lor de dezvoltare. După fenofaza în care se găsesc fructele și după condițiile climatice, atacul se poate manifesta sub formă de **putregai cenușiu** și **putregai brun**. Putregaiul cenușiu apare pe fructe tinere, când este umiditate mare. Fructele care prezintă putregai brun nu au pe suprafața lor sporulație.

Fructele infectate sunt acoperite cu un puf alb-cenușiu format din sporangiofori și sporangi. Înmulțirea asexuată a ciupercii *Plasmopara viticola* se realizează prin zoospori, iar cea sexuală prin oogamie. Oosporii se formează toamna, în funzele atacate și asigură supraviețuirea ciupercii în timpul iernii (Pârvu, 2000).

3.7.2.2. Subîncręgătura Zygomycotina

Această subîncręgătură cuprinde circa 750 de specii de ciuperci care au talul reprezentat de sifonoplast. Peretele celular este alcătuit din **chitină** și **chitosan** sau **chitină** și **glucan** (Tab. 11).

Înmulțirea asexuată a acestor ciuperci se realizează prin aplanospori și conidii. Aplanosporii sunt spori imobili și se formează în sporange (Webster, 1993).

Înmulțirea sexuală se realizează prin **gametangiogamie**. Aceasta constă în fuziunea a două gametangii (asemănătoare sau diferite morfologic), cu potențe sexuale diferite, care se formează pe același tal (la speciile homotalice) sau pe două taluri diferite

(la speciile heterotalice). În cazul **izogametangiogamiei**, gametangiiile care fuzionează sunt asemănătoare, iar în cazul **heterogametangiogamiei** se deosebesc morfologic.

Sporul sexual al acestor ciuperci se numește **zigospor**. Acesta se formează prin fuziunea gametangiiilor și este diploid. Prin diviziunea meiotică și apoi mitotică a zigosporului se formează un sporangie și/sau miceliu haploid. Stadiul haploid este dominant în ciclul biologic al acestor ciuperci (Fig. 152).

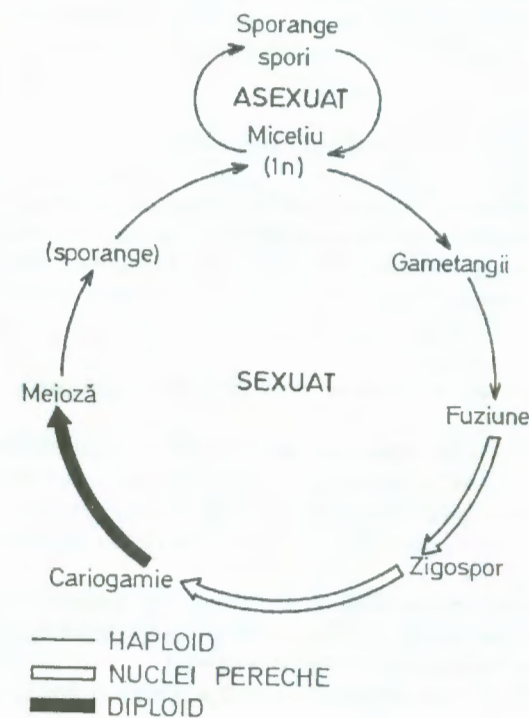


Fig. 152. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la Zygomycotina.

Ciupercile Zygomycotina sunt incluse în două clase (*Zygomycetes* și *Trichomycetes*), dintre care *Zygomycetes* sunt cele mai cunoscute (Scagel și colab., 1984).

Clasa *Trichomycetes* reprezintă un grup de ciuperci cu o poziție sistematică incertă. Majoritatea ciupercilor din această clasă sunt endoparaziți în intestinul artropodelor (Webster, 1993).

Clasa Zygomycetes

Această clasă cuprinde circa 500 de specii de ciuperci saprofite și parazite grupate în ordinele *Entomophthorales* și *Mucorales*.

Ordinul Entomophthorales

Majoritatea ciupercilor **Entomophthorales** sunt parazite pe insecte, pe om, pe alge și pe protalul ferigilor. Unele specii sunt saprofite în sol sau, în general, pe materie organică moartă.

Înmulțirea asexuată se realizează prin **conidii**, iar înmulțirea sexuală prin izogametangioamie sau heterogametangioamie (Webster, 1993).

Un gen caracteristic pentru acest ordin este *Entomophthora*. Acesta cuprinde ciuperci parazite pe insecte, precum *Entomophthora muscae* care trăiește pe corpul muștelor.

Ordinul Mucorales

Acest ordin cuprinde ciuperci care se înmulțesc vegetativ, asexuat și sexual. Înmulțirea vegetativă se realizează prin **clamidospori**, iar cea asexuată prin **aplanospori** și prin **conidii**. Aplanosporii se diferențiază în **sporangii**, cu sau fără columelă. Columela este o prelungire a sporangioforului în sporangie și este caracteristică la unele specii. După ce se rupe peretele sporangelui, aplanosporii sunt eliberați și sunt diseminați de aer, ploaie, animale etc. (Webster, 1993).

Înmulțirea sexuală se produce prin **izogametangioamie**. Gametangiile sunt homotalice sau heterotalice.

Majoritatea ciupercilor **Mucorales** sunt saprofite, în natură, pe diferite substraturi; anumite specii sunt patogene pe plante și animale. Câteva specii trăiesc în simbioză cu cormofitele (plantele vasculare) și formează **micorize** (Scagel și colab., 1984).

Ordinul **Mucorales** cuprinde mai multe familii cu numeroase genuri (*Mucor*, *Rhizopus* etc.) și specii.

La *Mucor*, înmulțirea asexuată se realizează prin aplanospori care se formează în sporangie. Sporangiele este sferic, are columelă și se formează apical pe sporangiofor. Majoritatea speciilor sunt heterotalice (Webster, 1993).

Mucor mucedo are sporangioforii izolați și prevăzuți apical cu câte un sporangie sferic, negru la maturitate, care conține numeroși aplanospori (Fig. 153). Această specie prezintă nutriție saprofită.

La *Rhizopus*, sporangioforii sunt izolați sau grupați și prezintă la bază stoloni și rizoizi. Cu ajutorul rizoizilor sunt absorbite substanțele nutritive din țesuturi moarte sau vii. Majoritatea speciilor de *Rhizopus* sunt heterotalice; *R. sexualis* este homotalic (Webster, 1993).

La *Rhizopus nigricans* (syn. *R. stolonifer*), sporangioforii sunt grupați (2-5), iar sporangiele are columelă, este negru la maturitate și conține numeroși aplanospori (Fig. 153). Această specie este saprofită și este întâlnită pe sol, pe substrat organic diferit etc. Este recunoscută ca un contaminant al mediilor de cultură, în laboratoarele experimentale (Webster, 1993).

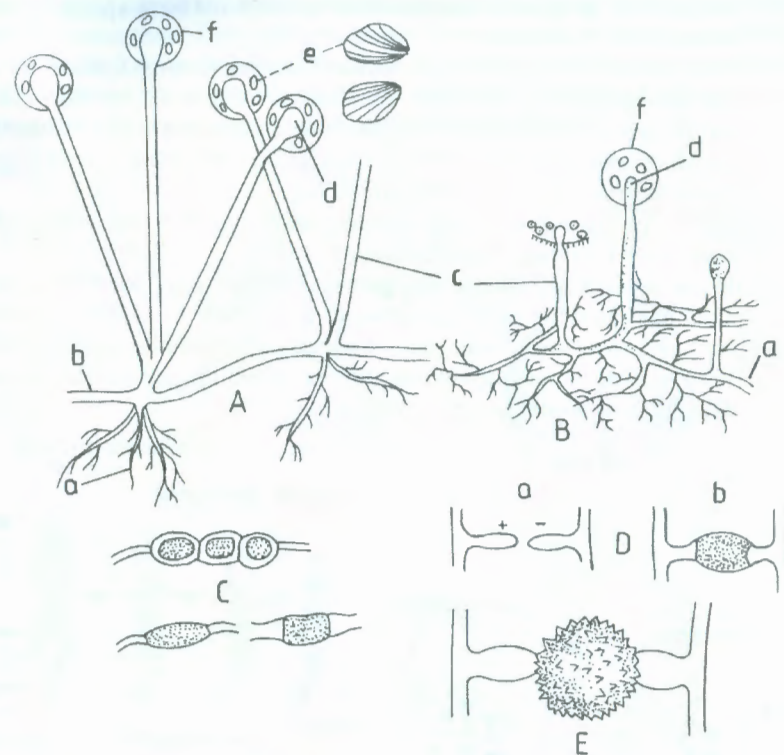


Fig. 153. Morfologia, structura talului și înmulțirea la ciuperci **Mucorales**: A. *Rhizopus nigricans* (syn. *R. stolonifer*); B. *Mucor mucedo*; a. miceliu cu rizoizi; b. stolon; c. sporangiofor; d. columelă; e. aplanospori; f. sporangie; C. clamidospori; D. izogametangioamie: a. progametangii; b. zigot; E. zigospor.

3.7.2.3. Subîncręgătura Ascomycotina

Această subîncręgătură cuprinde circa 28 500 de specii de ciuperci saprofite și parazite. Numeroase specii intră în alcătuirea lichenilor (Isaac, 1992).

Ciupercile **Ascomycotina** au miceliul primar de lungă durată și miceliul secundar de scurtă durată. Peretele celular al talului este format din **chitină** și **glucan** (Tab. 11). Hifele ciupercii prezintă un **sept simplu** (Fig. 71).

Înmulțirea

Ciupercile **Ascomycotina** se înmulțesc pe cale vegetativă, asexuat și sexual. Înmulțirea vegetativă se realizează prin **scleroți**, **strome** și **clamidospori**. Aceștia au rol în

supraviețuirea ciupercilor, în condiții nefavorabile de mediu. Unele specii se înmulțesc vegetativ prin **înmugurire** (blastospori).

Înmulțirea asexuată se produce prin **conidii** care se formează direct pe miceliul primar (n) sau pe hife specializate denumite conidiofori. Caracterile morfologice (forma, culoarea, numărul de celule) ale conidiilor constituie un criteriu important de identificare a genurilor și speciilor. Conidiile se pot forma pe conidiofori izolați sau grupați (Fig. 72) în coremii, sporodochii, acervuli și picnidii (Pârvu, 1996).

Caracteristic pentru reprezentanții acestei subîncrângături este faptul că una și aceeași specie poate avea mai multe forme conidiene.

Înmulțirea sexuală se numește **ascogamie** (heterogametangioamie) și constă în fuzionarea conținutului anteridiei cu al ascogonului (Fig. 154). La anumite specii, nu se diferențiază gametangii (anteridie și ascogon). Procesul de fecundație constă în fuziunea a câte două celule vegetative cu potențe sexuale diferite. Acest tip de înmulțire sexuală este cunoscută sub denumirea de **somatogamie** (conjugare).

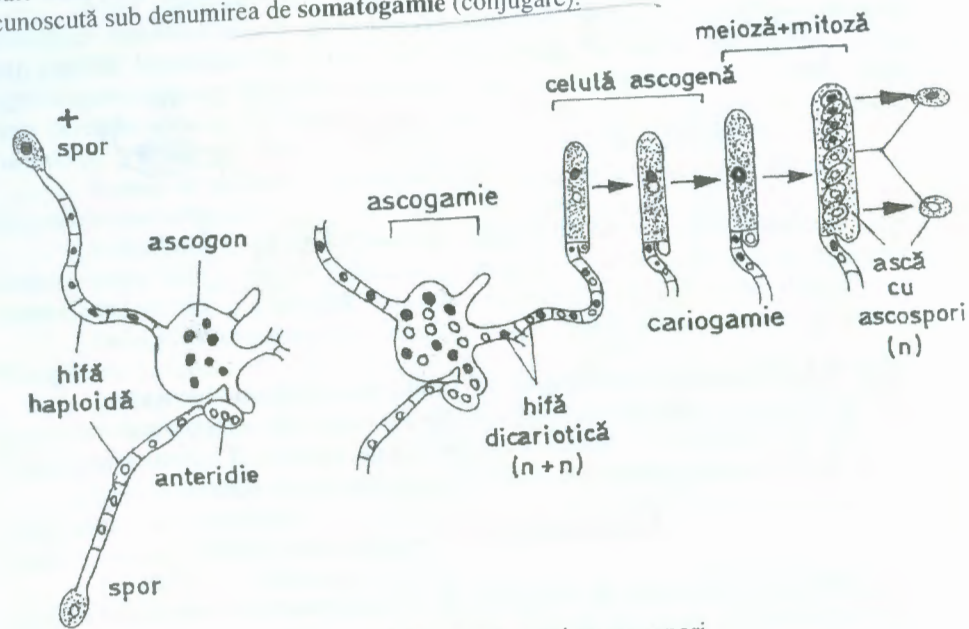


Fig. 154. Formarea ascei cu ascospori.

Produsul înmulțirii sexuate este **asca** în care, de regulă, se formează 8 ascospori haploizi (Fig. 154). La majoritatea speciilor, ascele se formează în corpuri sporifere ("ascofructe", ascomata); la anumite ciuperci, ascele se formează direct pe miceliu și se numesc **gimnoasce** (Pârvu, 1996).

După forma și structura lor, corpurile sporifere sunt de mai multe tipuri: **cleistoteciu**, **periteciu** și **apoteciu** (Fig. 155). Ascele prezintă formă și structură diferită (Fig. 156). Pe baza structurii ascelor și a constituției peretelui lor, ascomicotinele sunt grupate în **prototunicate** și **eutunicate**. Ascele prototunicate au peretele primitiv,

nediferențiat; cele eutunicate au peretele diferențiat funcțional. Ascele eutunicate pot fi **unitunicate** și **bitunicate**. Cele unitunicate pot fi inoperculate (fără opercul) și operculate. Operculul este situat la partea apicală a ascei și permite diseminarea ascosporilor. Ascele unitunicate inoperculate prezintă apical un por care favorizează diseminarea. Ascele bitunicate prezintă un perete alcătuit din două straturi (membrane).

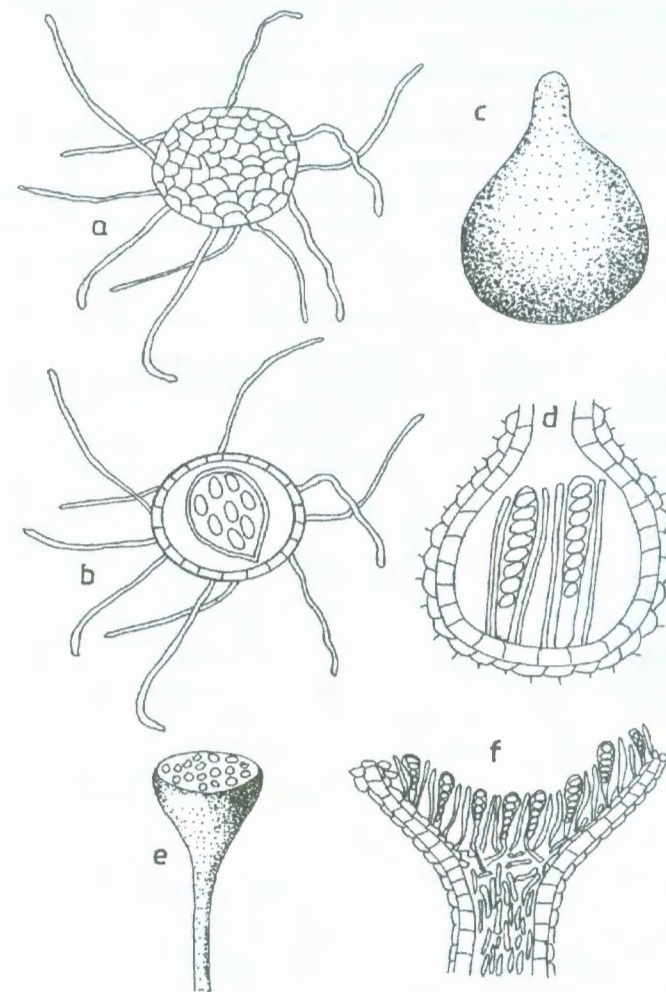


Fig. 155. Tipuri de corpuri sporifere la Ascomycotina:

- a. cleistoteciu (aspect exterior); b. cleistoteciu secționat, cu ască și ascospori; c. periteciu (aspect exterior); d. periteciu secționat, cu asce și parafize; e. apoteciu pedunculat; f. apoteciu secționat, cu asce și parafize.

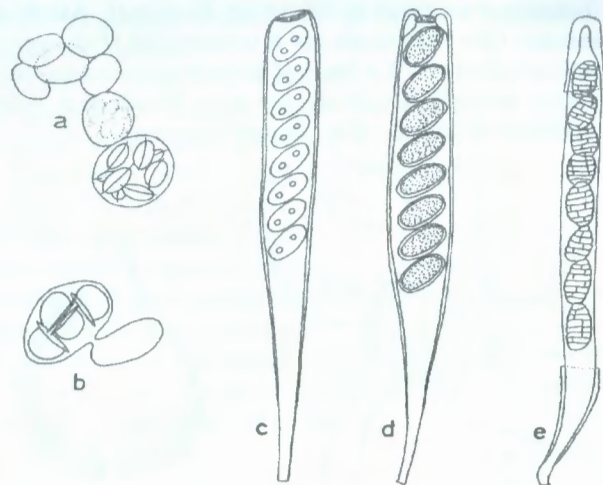


Fig. 156. Tipuri de asce la *Ascomycotina*:
a și b. prototunicate; c. unitunicate operculate; d. unitunicate inoperculate; e. bitunicate
(după Weber, 1993).

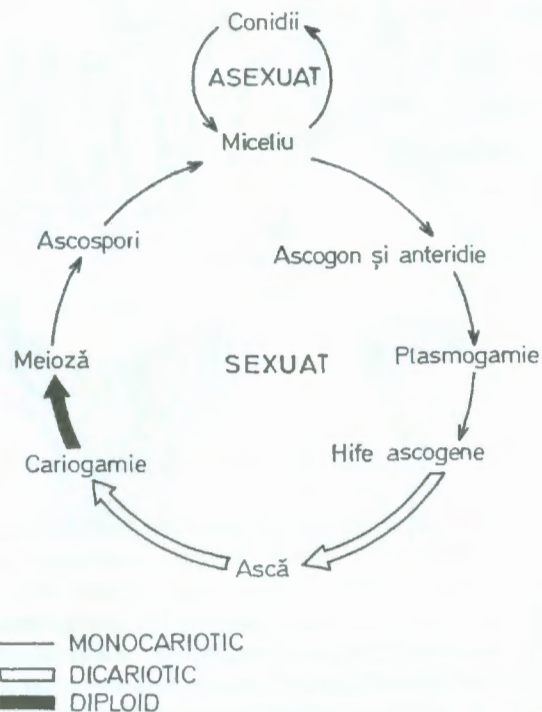


Fig. 157. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la *Ascomycotina*.

Ciclul de dezvoltare (biologic) al ciupercilor *Ascomycotina* (Fig. 157) cuprinde, în general, un stadiu **anamorf** (asexuat, imperfect) și un stadiu **teleomorf** (sexuat, perfect).

Pe baza caracterelor ciclului biologic, ale corpurilor sporifere, ale ascelor și stadiului conidian, subîncręgătura *Ascomycotina* este divizată în 6 clase (*Hemiascomycetes*, *Plectomycetes*, *Laboulbeniomyces*, *Pyrenomycetes*, *Discomycetes* și *Loculoascomycetes*) cu mai multe ordine și numeroase genuri (Tab.10).

3.7.2.3.1. Clasa *Hemiascomycetes*

În cadrul clasei *Hemiascomycetes* sunt cuprinse ciupercile care au ascele libere (**gimnoasce**), neînvelite în corpuri sporifere. Ascele se formează direct pe miceliu. Înmulțirea sexuală se realizează prin somatogamie (conjugare).

Această clasă cuprinde 3 ordine (*Endomycetales*, *Protomycetales* și *Taphrinales*) cu numeroase specii, dintre care unele au importanță economică deosebită.

Ordinul *Endomycetales*

În ordinul *Endomycetales* (syn. *Saccharomycetales*) sunt cuprinse ciuperci cunoscute sub denumirea de **drojdii**. Majoritatea drojdiilor prezintă tal de tip **dermatoplast**. Înmulțirea vegetativă se realizează prin înmugurire (**blastospori**) sau prin diviziune directă (la *Schizosaccharomyces*). Aceste ciuperci nu formează spori asexuali (conidii).

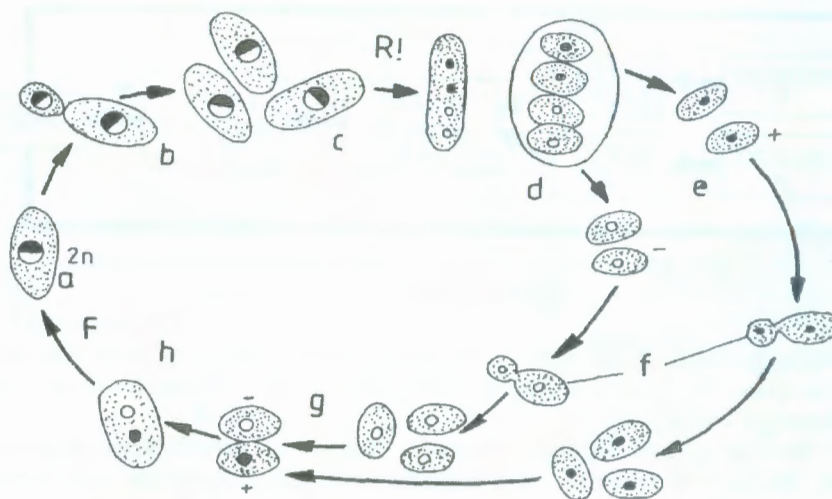


Fig. 158. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la *Saccharomyces cerevisiae*:
a. celulă vegetativă (dermatoplast); b. înmugurirea celulei vegetative; c. celulă ascogonă; d. ască cu ascospori; e. ascospori; f. înmugurirea ascosporilor; g. fuzionarea ascosporilor cu potențe sexuale diferite; h. celulă vegetativă binucleată; F. fecundație; R!. diviziune reducțională.

Drojdii formează prin conjugare asce care conțin 4 – 8 ascospori. Anumite drojdii (*Cryptococcus*, *Pityosporum* și *Candida*) nu produc ascospori și sunt denumite **drojdii asporogene**.

La *Saccharomyces*, înmulțirea vegetativă se realizează prin înmugurire. Aceste specii formează asce cu 4 ascospori. Cea mai cunoscută dintre specii este *Saccharomyces cerevisiae*, denumită popular **drojdia de bere**. Celulele vegetative de *S. cerevisiae* sunt diploide și conțin câte 8 cromozomi (Webster, 1993). Aceste celule devin ascogene și formează, în ască, câte 4 ascospori (n), cu potențe sexuale diferite. Prin copularea ascosporilor cu potențe diferite se formează celulele vegetative (Fig. 158).

Ascosporii au capacitatea de a înmuguri în ască. Celulele de *S. cerevisiae* secretă diferite exoenzyme prin care acționează asupra zaharidelor (glucoză, galactoză, maltoză, zaharoză etc.) pe care le descompun în produși mai simpli. Această ciupercă este folosită la fermentația alcoolică a berii, a vinului și la dospirea pâinii în panificație (Pârvu, 1999). Specia *S. cerevisiae* prezintă numeroase varietăți (var.) și foarte multe tulpini cu importanță economică deosebită. *S. cerevisiae* var. *ellipsoideus* (syn. *S. ellipsoideus*) este cunoscută sub denumirea de **drojdia de vin**.

Ordinul Taphrinales

Ciupercile **Taphrinales** formează asce unitunicate, cu câte 8 ascospori. Ascosporii au proprietatea de a înmuguri în ască. Aceste ciuperci nu formează conidii. În ciclul de dezvoltare al acestor ciuperci alternează haplofaza, dicariofaza și diplofaza (Fig. 159).

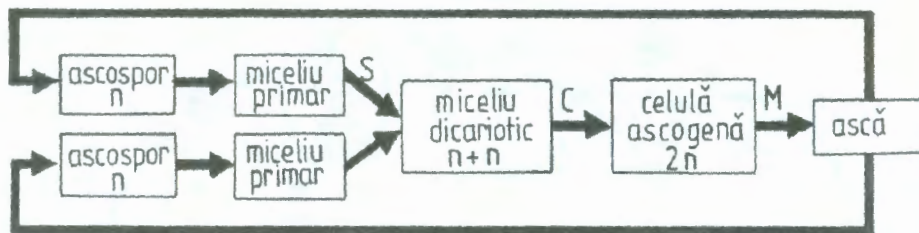


Fig. 159. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la *Taphrina*:
S. somatogamie; C. cariogamie; M. meioză.

Ordinul **Taphrinales** cuprinde un singur gen (*Taphrina*) cu peste 100 de specii parazite pe plante. La aceste ciuperci, miceliul primar se dezvoltă saprofit, iar cel secundar este endoparazit intercelular.

Speciile genului *Taphrina* produc la plantele pe care le atacă deformări ale frunzelor, fructelor și ramurilor. Aceste ciuperci sintetizează **chinone** care stimulează creșterea organelor atacate.

Taphrina pruni atacă fructele de prun (*Prunus domestica*) și determină formarea hurlupilor. Fructele atacate au mezocarpul hipertrofiat, iar endocarpul și sămânța sunt atrofiate. Pe suprafața fructelor atacate se formează o pulbere fină, albă-cenușie, formată

din ascele ciupercii care sunt cilindrice și sunt susținute de o celulă bazală ovoidală. Ascosporii înmuguresc în interiorul ascei și sunt puși în libertate prin gelificarea vârfului acesteia (Fig. 87).

Atacul ciupercii *Taphrina deformans* (Fig. 88) determină bășicarea frunzelor și fructelor de piersic (*Persica vulgaris*).

3.7.2.3.2. Clasa Plectomycetes

În această clasă sunt cuprinse ciupercile **Ascomycotina** care au ascele unitunicate și grupate în **cleistoteciu**. Înmulțirea asexuată se realizează prin conidii, iar cea sexuată prin ascogamie. Sporii sexuați sunt aseptati și se numesc ascospori.

Această clasă cuprinde ciuperci saprofite și parazite grupate în ordinele **Eurotiales** și **Erysiphales** (Tab. 10).

Ordinul Eurotiales

Ciclul biologic al ciupercilor **Eurotiales** (Fig. 160) cuprinde un stadiu asexuat (anamorf) și un stadiu sexuat (teleomorf). Stadiul asexuat este reprezentat de **conidii** dispuse în lanț pe conidiofor, iar cel sexuat de **ascospori** în asce. Ascele sunt grupate în cleistoteciu.

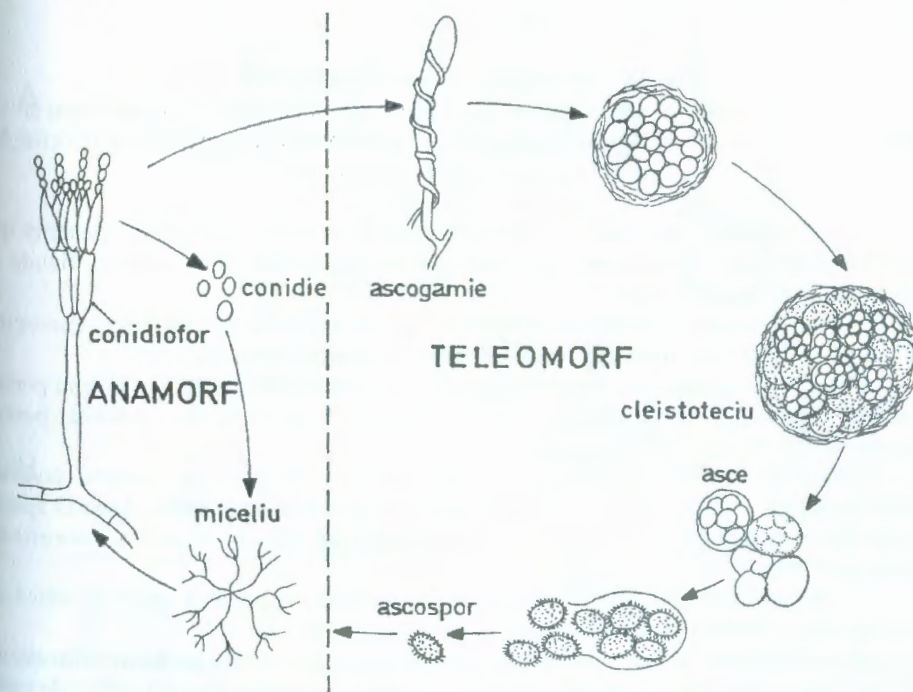


Fig. 160. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la **Eurotiales**.

Acest ordin cuprinde ciuperci cu o importanță economică deosebită, așa cum sunt anumite specii de *Aspergillus* și *Penicillium* (Fig. 161).

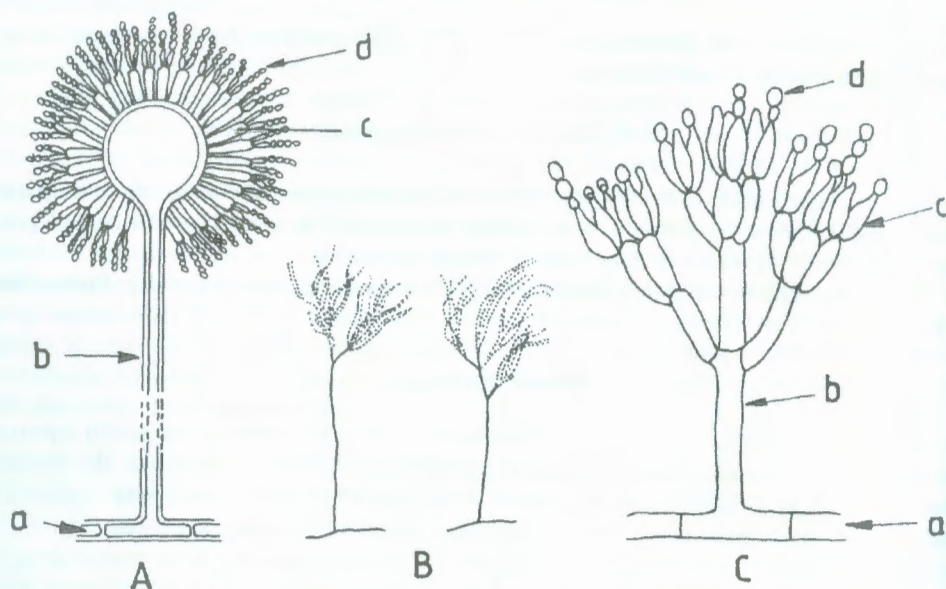


Fig. 161. Sporulația la ciuperci Eurotiales:

A. aspect microscopic al sporulației la *Aspergillus*; B. aspect general al miceliului și sporulației la *Penicillium*; C. aspect microscopic al sporulației la *Penicillium*: a. miceliu; b. conidiofor; c. sterigme; d. conidii.

La *Penicillium*, sporulația se formează pe miceliu primar (n) și este alcătuită din conidiofori și conidii. Conidioforii sunt pluricelulari și prezintă apical metule, fialide și conidii dispuse în lanț (Fig. 161).

Genul *Penicillium* cuprinde numeroase specii saprofite și patogene, cunoscute popular sub denumirea de **mucegai verde-albăstrui**, datorită culorii sporulației.

Penicillium chrysogenum (syn. *Penicillium notatum*) este utilizată industrial pentru producerea antibioticului **penicilină**, iar *Penicillium roqueforti* este folosită pentru obținerea brânzeturilor de tip Roquefort.

Ciuperca *Penicillium expansum* (Fig. 89) se întâlnește pe fructele pomilor fructiferi (măr, păr etc.) și determină alterarea acestora mai ales în depozite. Această specie produce toxine caracteristice precum **patulină** și **citrinină** (Samson și Van Reenen-Hoekstra, 1988).

La *Aspergillus*, conidioforii sunt erecți, neramificați și prezintă apical o vezică cu metule, fialide (sterigme) și conidii dispuse în lanț (Fig. 161).

Genul *Aspergillus* cuprinde specii saprofite și specii parazite. La *Aspergillus niger*, pe miceliul alb se formează o sporulație neagră alcătuită din conidiofori și conidii. Această specie este comună în natură și se întâlnește pe ceapă, fructe, gemuri și în sol (Pârnu,

1999). De asemenea, se poate dezvolta în căile respiratorii și în plămâni la om și produce boala denumită **aspergiloză** (Koneman și colab., 1997).

La *Aspergillus flavus*, sporulația este de culoare galbenă sau galbenă-brunie. Această specie este saprofită și produce toxine caracteristice, precum **aflatoxine**, **acid aspergillic** etc. (Samson și Van Reenen-Hoekstra, 1988).

Ordinul Erysiphales

În acest ordin sunt cuprinse ciuperci **parazite obligate** care determină, la plante, boli cunoscute sub denumirea de **făinare** sau **oidium**. Miceliul ciupercilor se fixează pe suprafața plantelor cu ajutorul apresorilor, iar absorbția substanțelor nutritive se realizează prin **haustori**. Ciupercile **Erysiphales** sunt grupate în familia **Erysiphaceae** (Braun, 1987).

Stadiul asexuat al acestor ciuperci este reprezentat de conidiofori și conidii care au culoarea cenușie-albicioasă, de unde provine denumirea bolii de făinare. Ciupercile **Erysiphaceae** prezintă conidiofori și conidii de tip *Oidium*, *Ovulariopsis* și *Oidiopsis* (Fig. 162). Majoritatea speciilor prezintă conidiofori și conidii de tip *Oidium*.

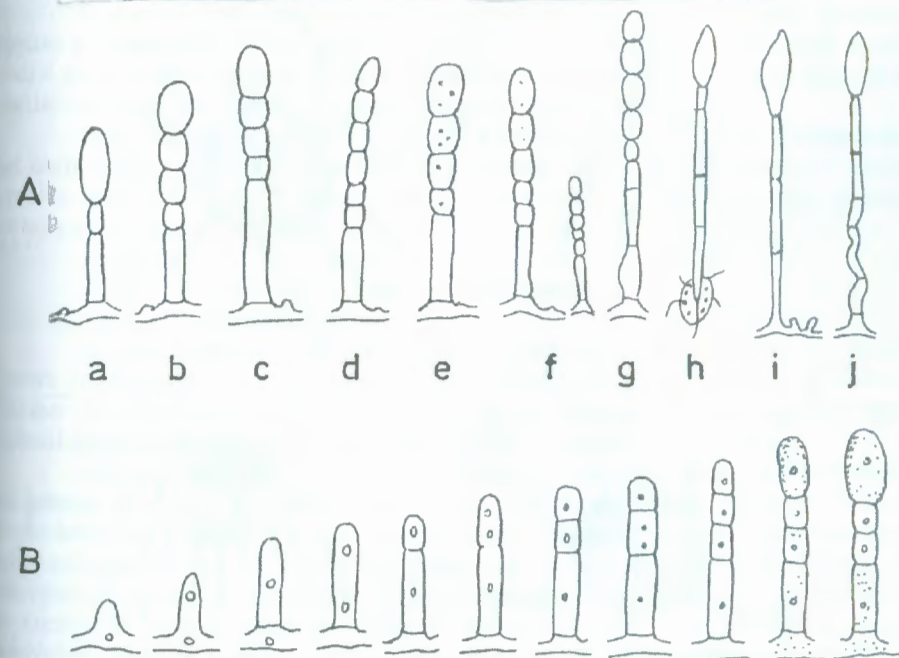


Fig. 162. Sporulația la Erysiphaceae:

A. tipuri de conidiofori și conidii: a. *Pseudoidium*; b, c, d, e, f și g. *Oidium*; h. *Oidiopsis*; i. *Ovulariopsis*; j. *Streptopodium*;

B. dezvoltarea conidioforului de tip *Pseudoidium* (după Braun, 1987).

Ascele acestor ciuperci sunt unitunicate și sunt situate în cleistoteciu prevăzut cu apendici (fulcre). La maturitate, cleistoteciu este brun-negricios. Ascele conțin ascospori (4 – 8) unicelulari și elipsoidali (Pârnu, 1999).

În cleistoteciu se poate forma o singură ască (la *Sphaerotheca*, *Podosphaera*) sau mai multe (la *Erysiphe*, *Microsphaera*, *Phyllactinia* și *Uncinula*). În funcție de acest caracter, speciile se grupează în **Erysiphaceae** monoasce și **Erysiphaceae** poliasce (Fig. 163).

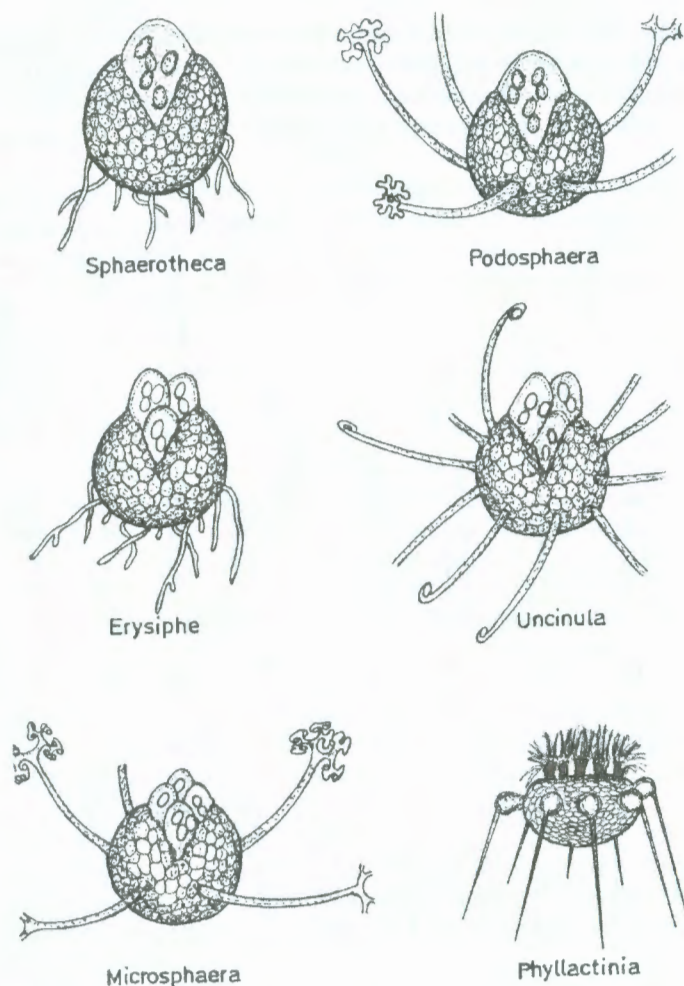


Fig. 163. Morfologia și structura cleistotecilor la Erysiphaceae.

La *Sphaerotheca mors-uvae*, stadiul conidian este de tip *Oidium*, iar cleistoteciu este monoasc și conține o ască cu câte 8 ascospori (Fig. 163). Această ciupercă produce

făinarea americană a agrișului și se întâlnește frecvent pe plante de *Ribes nigrum*, *Ribes rubrum* și *Ribes grossularia*. Boala se manifestă pe frunze, pe lăstari tineri și pe fructe (Fig. 90).

La *Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*, cleistoteciu este monoasc și stadiul conidian este de tip *Oidium*. Această specie determină făinarea la trandafir (Fig. 91).

La *Erysiphe graminis*, stadiul conidian este de tip *Oidium* și cleistoteciu este poliasc. Fiecare ască conține 4–8 ascospori. Această specie determină făinarea cerealelor. Atacul se manifestă pe tulpină, frunze, inflorescență (Fig. 92).

3.7.2.3.3. Clasa Laboulbeniomyces

Această clasă cuprinde ciuperci exoparazite pe artropode, care au asce unitunicate, inoperculate, grupate în periteciu (Webster, 1993). Ciupercile din această clasă sunt grupate în ordinul Laboulbeniales (Tab. 10).

3.7.2.3.4. Clasa Pyrenomyces

În această clasă sunt cuprinse ciuperci care au asce unitunicate, inoperculate, grupate în periteciu. Ascele prezintă apical un por prin care se eliberează ascosporii. Stadiul conidian este de diferite tipuri. Conidiile se formează în picnidii, în acervuli sau pe conidiofori izolați sau grupați în coremie sau sporodochie (Fig. 72).

Ciupercile **Pyrenomyces** sunt cuprinse într-un singur ordin (**Sphaeriales**) cu mai multe familii și numeroase genuri. Aceste ciuperci se întâlnesc frecvent în natură, ca saprofite sau parazite pe diferite plante. Unele specii de *Verrucaria* sunt simbioanți ai lichenilor (Webster, 1993).

Ordinul Sphaeriales

În acest ordin sunt cuprinse ciuperci care au peretele periteciului de consistență diferită (membranos, cărnos, cărbunos). Ascele sunt situate în periteciu și formează o regiune fertilă (himenială). Printre asce se găsesc filamente sterile denumite parafize. Ordinul **Sphaeriales** cuprinde ciuperci saprofite și ciuperci parazite.

Claviceps purpurea este o ciupercă parazită, care determină boala denumită **corn** sau **pinten** la secară. Denumirea bolii provine de la forma scleroților care se formează în florile infectate. Stromele ciupercii sunt roz-purpuriu, sunt cărnoase și sunt susținute de un peduncul lung. În strome se formează peritecii cu asce cilindrice care conțin câte 8 ascospori filamentoși și pluricelulari. Ascosporii sunt eliberați din asce și infectează florile de secară. În ovarul florilor se formează miceliu pe care cresc conidiofori și conidii unicelulare. Stadiul conidian este cunoscut sub denumirea de *Sphacelia segetum* (Fig. 164). Diseminarea conidiilor și propagarea infecției sunt realizate de insecte.

Spre sfârșitul perioadei de vegetație a plantelor, în florile infectate se dezvoltă scleroți fusiformi, care se formează în locul cariopselor. Scleroții reprezintă organele de rezistență ale ciupercii. Primăvara, scleroții germinează și formează strome caracteristice.

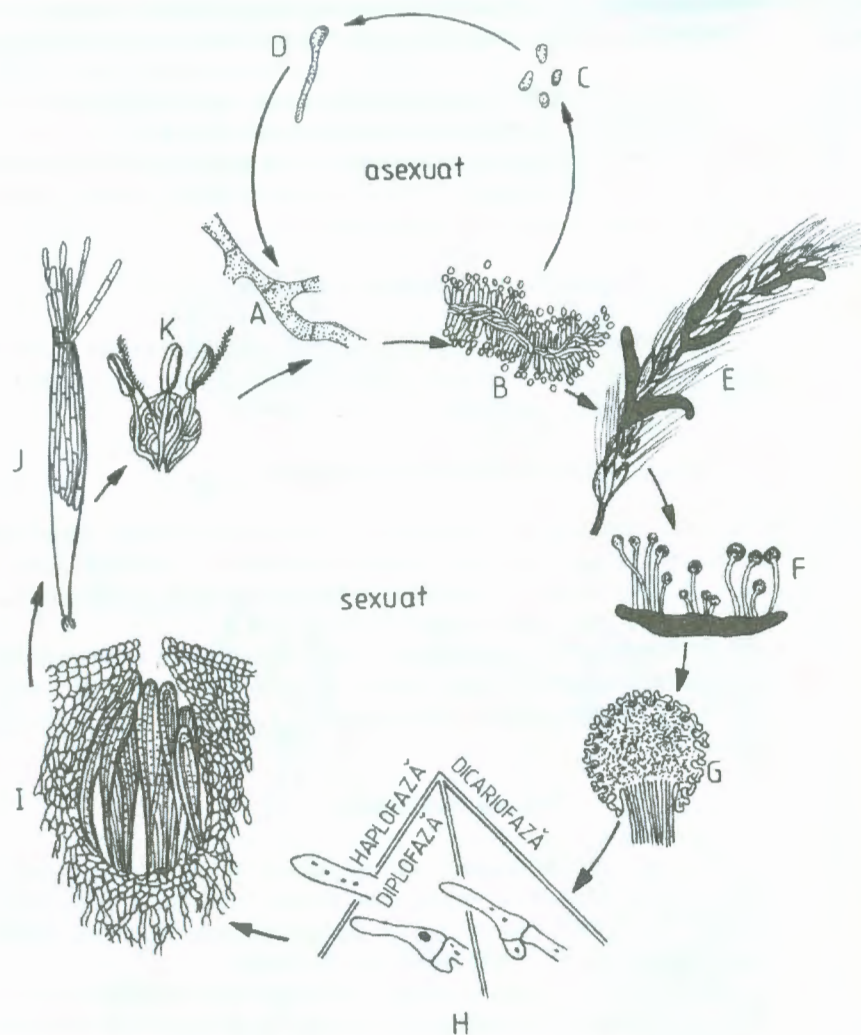


Fig. 164. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la *Claviceps purpurea*:

A. miceliu primar; B. stadiul conidian *Sphacelia segetum*; C. conidii; D. conidie germinate;
E. scleroți în spic de secară; F. sclerot germinat cu stromă; G. stromă cu peritecii; H.
procesul formării ascelor cu ascospori; I. periteciu cu asce; J. ască cu ascospori filamentoși;
K. miceliu în ovarul florii infectate.

Scleroții de *Claviceps purpurea* prezintă importanță farmaceutică, deoarece conțin principii active cu acțiune hemostatică (**ergotina**) sau care provoacă contracția mușchilor

netezi (**sfacelina**). În componența acestor principii active se găsesc alcaloizi precum **ergotamina**, **ergocristina** etc.

3.7.2.3.5. Clasa Discomycetes

În clasa **Discomycetes** sunt cuprinse ciuperci **Ascomycotina** care au asce în diferite situații în **apoteciu**. Apoteciile au stratul himenial alcătuit din asce cu ascospori și parafize filamentoase (Pârvu, 1999).

Majoritatea ciupercilor **Discomycetes** au apoteciu epigeu, pedicelat sau sesil, în formă de cupă. Anumite ciuperci **Discomycetes** au ascocarpul hipogeu, iar regiunea himenială este închisă în corpul sporifer (Webster, 1993).

Un caracter important în clasificarea ciupercilor **Discomycetes** este prezența sau absența unui **opercu** la vârful ascei. În funcție de acesta, există specii cu asce inoperculate și specii cu asce operculate (Fig. 156). Stadiul asexuat (anamorf) al acestor ciuperci este reprezentat de conidiofori și conidii, de diferite tipuri.

Ciupercile **Discomycetes** sunt grupate în 7 ordine. Unele dintre aceste ciuperci intră în alcătuirea lichenilor (Tab. 10). Lichenii din clasa **Discomycetes** prezintă apotecii cu asce inoperculate și parafize filamentoase. Acești licheni sunt grupați în câteva ordine, precum **Lecanorales**, **Peltigerales** și **Teloschistales** (Webster, 1993).

Ordinul Helotiales

În acest ordin sunt incluse ciuperci care au apoteciu cu **asce inoperculate**, printre care se găsesc parafize. Apoteciile se formează libere pe stromă sau prin germinarea scleroților. Stadiul conidian este de diferite tipuri (conidiofori cu conidii izolați sau grupați).

Ciupercile **Helotiales** sunt grupate în mai multe familii, precum **Dermateaceae**, **Helotiaceae** și **Sclerotiniaceae** (Pârvu, 1999).

Ciupercile **Sclerotiniaceae** prezintă organe de rezistență denumite **scleroți**. Scleroții formează prin germinare apotecii **cămoase, în formă de pâlnie**, susținute de un peduncul. În familia **Sclerotiniaceae** sunt cuprinse ciuperci fitopatogene precum *Monilinia fructigena*, *Sclerotinia sclerotiorum* și *Botryotinia fuckeliana*.

Monilinia fructigena formează scleroți în interiorul fructelor atacate. Apoteciile sunt pedunculate și conțin asce alungite cu câte 8 ascospori unicelulari. Stadiul conidian este reprezentat de conidiofori și conidii grupați în **sporodochii** (Fig. 72). Această ciupercă determină **monilioza** sau putregaiul brun și mumifierea fructelor de măr și păr (Fig. 93).

Sclerotinia sclerotiorum formează scleroți la **suprafața și în interiorul organelor** atacate (Fig. 94). Plantele atacate (floarea soarelui, rădăcinoase etc.) putrezesc și sunt acoperite de miceliul alb al ciupercii pe care se formează scleroți (Fig. 165). Această specie nu prezintă stadiu conidian, iar apoteciile sunt asemănătoare cu cele ale ciupercii *Monilinia fructigena*. Ciupercă determină putregaiul alb al plantelor.

Botryotinia fuckeliana formează scleroți, la suprafața organelor atacate. Această ciupercă atacă vița de vie și determină putregaiul cenușiu al strugurilor (Fig. 95). Fructele

atacate putrezesc și sunt acoperite de sporulația cenușie a ciupercii alcătuită din conidiofori și conidii de tip *Botrytis cinerea* (Pârvu, 1999).

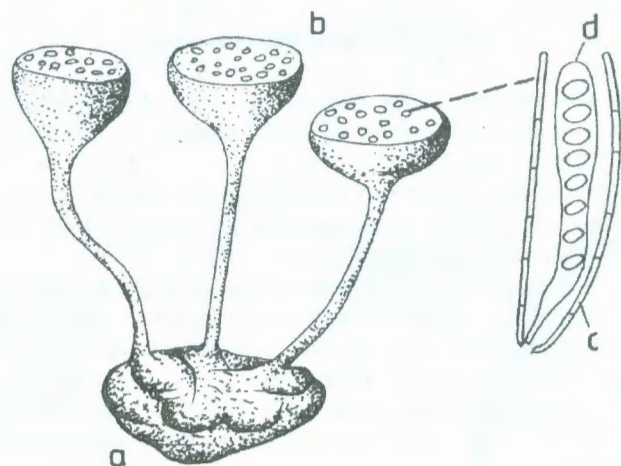


Fig. 165. Sclerot cu apotecii:

a. sclerot; b. apotecii pedunculate cu regiune fertilă; c. parafize; d. ască cu ascospori.

Ordinul Pezizales

Pentru reprezentanții acestui ordin este caracteristic faptul că ascele sunt operculate. Apoteciile au dimensiuni, consistență și culori variate.

La *Peziza aurantia*, ascocarpul (corpul fructifer) este în formă de cupă, de culoare portocalie-roșiatică în interior și roșie-deschis la exterior (Fig. 96). Peretele intern al ascocarpului este căptușit cu stratul himenial format din asce cu ascospori elipsoidali (Eliade și Toma, 1977; Romagnesi, 1995).

La *Morchella esculenta*, ascocarpul este diferențiat în pălărie și picior (Fig. 97). Pălăria are formă ovoidă, culoare gălbuie-ocracee și prezintă numeroase alveole, separate prin creste sterile. Suprafața internă a alveolelor este căptușită cu stratul himenial alcătuit din asce cu ascospori.

Ordinul Tuberales

Acest ordin cuprinde ciuperci care formează ascocarp subteran și la care regiunea himenială nu este deschisă la exterior. Anumite ciuperci formează micorize cu plante lemnoase (W e b s t e r, 1993). Ciupercile **Tuberales** sunt cunoscute sub denumirea de trufe.

La *Tuber aestivum*, ascocarpul este tuberculiform și parfumat. Ascocarpul prezintă peridie la exterior și glebă la interior. Peridia (învelișul extern) este de culoare neagră-albăstruie sau neagră-brunie și prezintă verucozități (Fig. 98). Gleba este carnoasă și

este străbătută de fascicule ramificate care delimitează zonele cu himeniul alcătuit din asce și hife sterile.

Această ciupercă crește în grupuri numeroase sub pământ, prin păduri de foioase, pe soluri calcaroase. Se întâlnește de vara până iarna. Este comestibilă, fiind foarte apreciată (Sălăgeanu și Sălăgeanu, 1985).

Ordinul Lecanorales

Majoritatea lichenilor aparțin ordinului **Lecanorales**. Celulele fotobiontului sunt reprezentate de alge verzi (*Trebouxia*, *Chlorococcum* etc.). Lichenii din ordinul **Lecanorales** au talul variat ca formă (crustos, foliaceu și fruticulos), consistență și culoare.

Rhizocarpon geographicum este un lichen crustos, galben-verzui, care formează apotecii poligonale și negre (Fig. 99). Se întâlnește pe roci silicioase.

Cetraria islandica are talul foliaceu, de culoare variată (Fig. 100), prevăzut cu lizine dispuse marginal. Se întâlnește pe sol, în zona alpină (Crăciun, Bojor și Alexan, 1976).

Physcia stellaris și *Pseudevernia furfuracea* (syn. *Parmelia furfuracea*) au, de asemenea, tal foliaceu, caracteristic (Fig. 101 și Fig. 102) și sunt corticoli.

Usnea barbata (Fig. 103) este un lichen fruticulos care se fixează pe substrat cu un trambon bazal (Mantu și Petria, 1971). Acest lichen corticol se întâlnește frecvent în zona de munte, pe molid (*Picea excelsa*), brad (*Abies alba*), pin roșu (*Pinus sylvestris*) etc.

Ordinul Peltigerales

Acest ordin cuprinde licheni tericoli și corticoli, cu tal foliaceu. *Lobaria pulmonaria* (Fig. 104) este un lichen foliaceu corticol, iar *Peltigera canina* (Fig. 105) este un lichen tericol, care are apotecii de culoare roșie-brunie. Culoarea apotecului este determinată de pigmenții situați în vârful parafizelor din regiunea himenială (Webster, 1993).

Ordinul Teloschistales

În acest ordin sunt grupați numeroși licheni foliacei. Cele mai comune genuri sunt *Teloschistes*, *Xanthoria*, *Caloplaca*, *Fulgensia* etc. (Purvis și colab., 1992).

Xanthoria parietina este un lichen foliaceu, lobat, galben, prevăzut cu apotecii galbene-aurii (Fig. 106). Culoarea galbenă a talului este determinată de prezența unei chinone denumită **parietină** (Webster, 1993). Acest lichen galben se întâlnește pe diferiți pomi fructiferi, arbori și arbuști (Mantu și Petria, 1971).

3.7.2.3.6. Clasa Loculoascomycetes

În clasa **Loculoascomycetes** sunt cuprinse ciuperci care au asce bitunicate, diferențiate în loculi din stromă. Loculii sunt grupați și alcătuiesc o falsă peritecie sau **periteciu** de tip **ascolocular**. Printre asce se găsesc filamente sterile denumite

pseudoparafize. Formele conidiene sunt de diferite tipuri. În cadrul acestei clase sunt cuprinse câteva ordine (Tab. 10).

Ordinul Pleosporales

Acest ordin cuprinde ciuperci saprofite și parazite care au **asce bitunicate**, diferențiate în loculi din stromă. Formele conidiene sunt de diferite tipuri: picnospori în picnidie, conidii în acervul și conidii pe conidiofori.

La *Venturia inaequalis* (Fig. 107), miceliul este endoparazit intercelular, iar stadiul conidian este reprezentat de conidiofori și conidii de tip *Fusicladium dendriticum*. Pe un conidiofor se formează mai multe generații de conidii fusiforme, inițial unicelulare și apoi bicelulare. Periteciile sunt globuloase, sunt cufundate în stromă și au peri rigizi, bruni, în jurul ostiolei. În peritecii se formează asce alungite, pedunculate, cu câte 8 ascospori bicelulari, care au celule inegale (Pârvu, 2000). Această ciupercă determină **pătarea cafenie** a frunzelor și fructelor și **rapănul** ramurilor la măr.

3.7.2.4. Subîncręgătura Basidiomycotina

În subîncręgătura **Basidiomycotina** sunt cuprinse cele mai evolute ciuperci. În ciclul de dezvoltare, aceste ciuperci prezintă miceliu primar, secundar și terțiar. Miceliul primar (haploid) este de scurtă durată. Miceliul secundar (dicariotic) este de lungă durată și este septat (**sept dolipor**). La cele mai evolute ciuperci **Basidiomycotina**, pe lângă miceliul primar și secundar, se întâlnește și miceliul terțiar. Acest miceliu este alcătuit din celule binucleate precum miceliul secundar, de care se deosebește printr-o structură anatomo-histologică aparte.

La ciupercile **Basidiomycotina**, peretele celular al talului este alcătuit din chitină și **glucan** (Tab. 11).

Înmulțirea

Aceste ciuperci se înmulțesc pe cale vegetativă, asexuat și sexual.

Înmulțirea vegetativă este foarte frecventă la ciupercile **Basidiomycotina**. Aceasta se realizează prin fragmente de miceliu, prin stromă etc. Astfel, macromicetele se înmulțesc frecvent pe cale vegetativă, prin miceliu care formează carpozoame (bazidiocarp) alcătuite din miceliu terțiar care alcătuiește **plectenchimuri**.

Înmulțirea asexuată este mai puțin frecventă la ciupercile **Basidiomycotina**. Totuși, anumite specii formează spori asexuați caracteristici de tipul conidiilor, pe miceliul primar (n) sau pe hife specializate.

Înmulțirea sexuală se realizează prin **somatogamie** (conjugare). Aceasta constă în fuziunea a câte două celule vegetative (n) cu potențe sexuale diferite care dau naștere unui miceliu secundar (dicariotic). Unele celule dicariotice devin celule bazidiogene (diploide) care formează bazidii cu bazidiospori. Sporii sexuali caracteristici ciupercilor

Basidiomycotina sunt bazidiosporii. Aceștia sunt spori externi care se formează pe bazidie. Bazidia este organul sporifer al bazidiomicetelor și este similară cu asca de la ascomicete.

După structura și modul de formare, se disting două tipuri generale de bazidii: **holobazidii** și **fragmobazidii** (Fig. 166). Holobazidiile (bazidiile întregi) prezintă o singură celulă cu patru excrescențe (sterigme) apicale pe care se prind bazidiosporii. Fragmobazidiile iau naștere prin germinarea sporului de rezistență (teliosporului sau teleutosporului) și sunt alcătuite, în general, din mai multe celule rezultate prin fragmentare (longitudinală sau transversală). Pe fiecare dintre celule se prinde câte un bazidiospor. Fragmobazidiile mai sunt denumite și **promiceliu**.

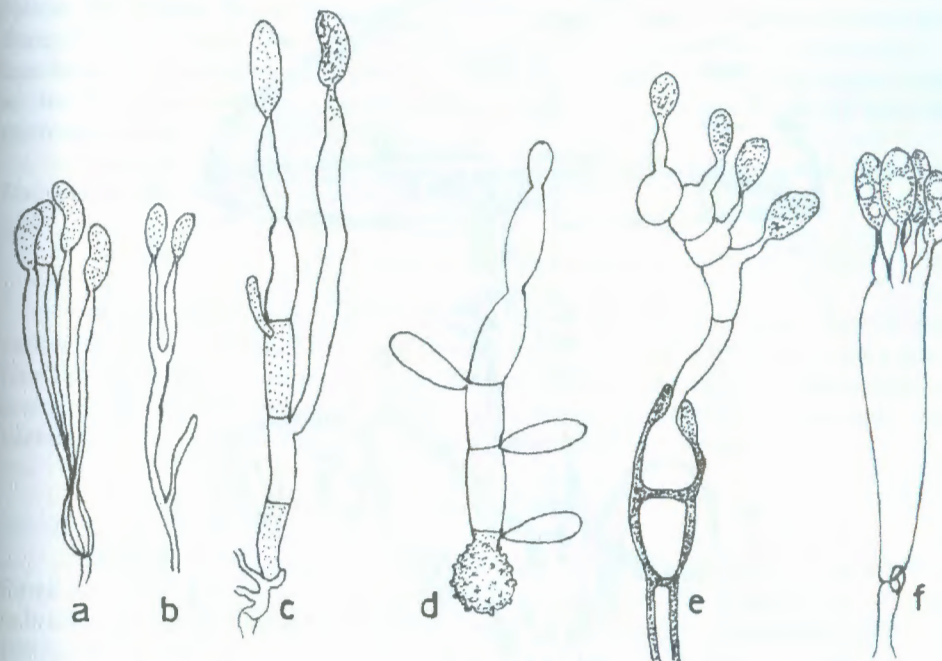


Fig. 166. Tipuri de bazidii:

a și b. fragmobazidie (divizată longitudinal); c. fragmobazidie (divizată transversal) de la *Auricularia*; d. teliospor germinat de *Ustilago* cu fragmobazidie; e. teleutospor germinat de *Puccinia graminis* cu fragmobazidie; f. holobazidie cu bazidiospori.

Părțile componente ale carpozomului

La ciupercile **Basidiomycotina**, carpozoamele au forme foarte variate. Astfel, acestea se prezintă sub formă de cruste, console, pălărie și picior, tubercul, tufă etc.

Structura cea mai complexă a bazidiocarcului se întâlnește la ciupercile din **Ordinul Agaricales**. La aceste ciuperci, carpozomul este format din **pălărie** (pileus) și **picior** (stipes). Unele specii au carpozomul sesil (fără picior).

La unele specii de ciuperci, pălăria este acoperită de solzi, iar piciorul este învelit parțial de **volvă**. Solzii de pe pălărie și volva provin dintr-o membrană denumită **văl universal**. De asemenea, carpozoamele unor specii prezintă inel pe picior și cortină pe marginea pălăriei (Fig. 167). Inelul și cortina provin dintr-o membrană denumită **văl parțial**. Inițial, această membrană protejează **regiunea himenială** care produce bazidii cu bazidiospori.

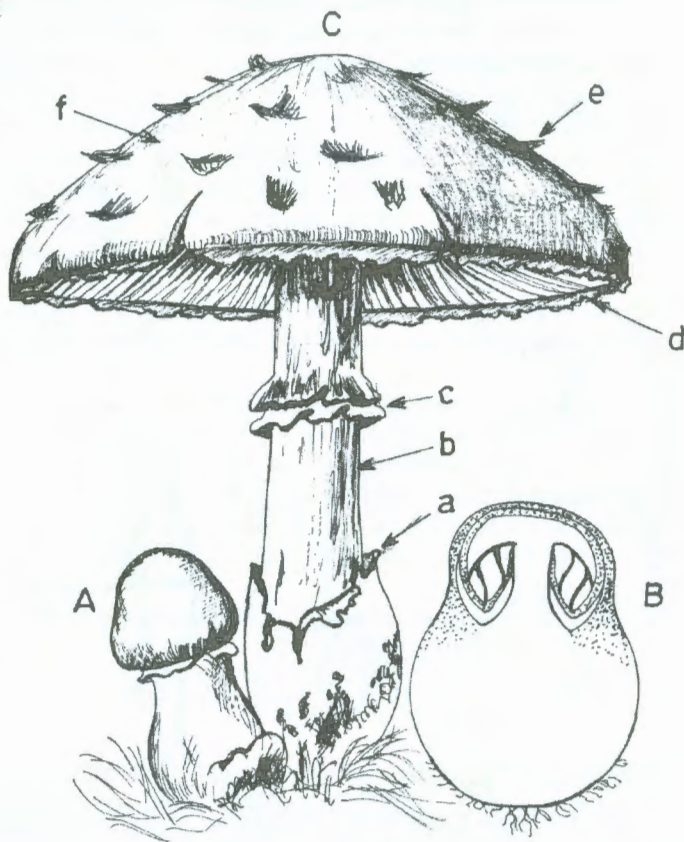


Fig. 167. Părțile componente ale unui carpozom la **Agaricales**:

A. carpozom tânăr; B. carpozom tânăr, secționat longitudinal; C. carpozom matur: a. volvă; b. picior (stipes); c. inel; d. cortină; e. solzi; f. pălărie.

Subîncręgătura **Basidiomycotina** cuprinde circa 30 000 de specii de ciuperci, foarte diferite între ele după modul de nutriție (saprofit, parazit, facultativ parazit), caracterele morfologice și modul de viață.

Clasificarea bazidiomicetelor se face în funcție de modul de formare a bazidiilor și bazidiosporilor, forma exterioară a corpurilor de fructificare (bazidiocarpilor), caracterele

regiunii himeniale, caracteristicile ciclului biologic și ale sporilor de rezistență etc. În funcție de aceste caractere, subîncręgătura **Basidiomycotina** cuprinde trei clase: **Hymenomycetes**, **Gasteromycetes** și **Teliomycetes** (Tab. 10).

3.7.2.4.1. Clasa Hymenomycetes

În clasa **Hymenomycetes** sunt cuprinse ciuperci care prezintă carpozoame de diferite forme și mărimi, pe care se găsește o **regiune himenială**. În regiunea himenială se diferențiază un strat de celule denumit strat himenial sau himeniu. Stratul himenial este format din **bazidii** cu bazidiospori și filamente sterile denumite **cistide**. Bazidiile pot fi întregi (**holobazidii**) sau septate (**fragmobazidii**). Caracterele morfologice ale bazidiosporilor și cistidelor au importanță taxonomică. Pentru determinarea acestor ciuperci se iau în considerare caracterele macroscopice ale carpozoamelor, dar și caracterele microscopice ale sporulației.

Această clasă cuprinde mai multe ordine, precum **Aphyllphorales**, **Agaricales**, **Dacrymycetales**, **Auriculariales** etc.

Ordinul Aphyllphorales

Acest ordin cuprinde specii care au carpozoame de consistență diferită, foarte variate ca formă și mărime. Regiunea himenială poate fi netedă, țepoasă, tubulară sau sub formă de lame dispuse radiar. La ciupercile **Aphyllphorales**, regiunea himenială nu este protejată de un văl parțial. Bazidiile sunt întregi (**holobazidii**) și prezintă apical bazidiospori inserați pe sterigme. Acest ordin cuprinde numeroase familii.

Familia Stereaceae

Această familie cuprinde ciuperci lignicole cu bazidiocarpul de consistență tare, în formă de scoică, evantai sau întins pe substrat, dispus în grupuri de mai multe exemplare imbricate. Regiunea himenială se găsește pe partea inferioară a carpozomului (Webster, 1993).

Stereum hirsutum (Fig. 108) are carpozomul crustiform, sesil, așezat imbricat. Se întâlnește frecvent pe trunchiul și ramurile arborilor foioși și produce putrezirea lemnului (E l i a d e și T o m a, 1977).

Familia Cantharellaceae

Această familie cuprinde ciuperci tericole, ectomicorizante, cu carpozomul diferențiat în pălărie și picior. Regiunea himenială se prezintă sub formă de pliuri groase, ramificate dicotomic, cu aspect de lame. Genurile caracteristice acestei familii sunt *Cantharellus* și *Craterellus*.

La *Cantharellus cibarius*, carpozomul este galben (Fig. 109) și este diferențiat în pălărie și picior. Regiunea himenială este sub formă de lame galbene, groase, dicotomic

ramificate. La *Craterellus cornucopioides*, carpozomul este în formă de trompetă sau pâlnie și este cenușiu-negricios (Fig. 110).

Familia Clavariaceae

Această familie cuprinde ciuperci care au carpozomul cărnos, în formă de tufă, coral, conopidă sau creastă de cocoș etc. Carpozomul este acoperit la mijloc sau la vârf cu stratul himenial. Dintre genurile caracteristice acestei familii menționăm *Ramaria*, *Clavaria*, *Sparassis*, *Typhula* etc. *Ramaria botrytis* are carpozomul cărnos, bogat ramificat, cu ramuri cilindrice (Fig. 111).

Familia Hydnaceae

Această familie cuprinde ciuperci care au bazidiocarpul de consistență carnoasă sau coriacee și formă diferită (crustă, coral, pălărie și picior). Dintre genurile comune menționăm *Hydnum*, *Sarcodon* și *Hericium*.

La *Hydnum repandum*, carpozomul este diferențiat în pălărie și picior (Fig. 112). Pălăria este de culoare galbenă-albicioasă, este carnoasă și prezintă regiunea himenială sub formă de țepi (dinți) inegali și fragili (Eliade și Toma, 1977).

Familia Polyporaceae

În familia **Polyporaceae** sunt cuprinse ciuperci care au bazidiocarpul anual sau peren, de consistență (lemnoasă, coriacee etc.) și formă (evantai, consolă, copită sau pălărie și picior) diferite. Regiunea himenială este sub formă de tuburi, lame sau țepi. Tuburile regiunii himeniale sunt sudate între ele și sunt stratificate sau adâncite în **tramă**.

Această familie cuprinde numeroase specii lignicole, care au regiunea himenială sub formă de tuburi, precum *Polyporus squamosus*, *Fomes fomentarius*, *Fomitopsis pinicola* și *Ganoderma lucidum*.

La *Polyporus squamosus*, carpozomul este diferențiat în pălărie și picior (Fig. 113). Piciorul este scurt și este prins lateral. *Fomes fomentarius* (Fig. 114) și *Fomitopsis pinicola* (Fig. 115) au carpozomul sesil, semicircular, cu suprafața netedă și zonată concentric. *Ganoderma lucidum* are carpozomul de culoare roșie-brună și diferențiat în pălărie și picior (Fig. 116). Carpozomul este acoperit cu o crustă lucioasă (Eliade și Toma, 1977).

Familia Meruliaceae

Această familie cuprinde ciuperci lignicole, cu bazidiocarpul întins și alipit de substrat. Stratul himenial acoperă întreaga suprafață a carpozomului. Această familie este reprezentată în România prin câteva genuri: *Serpula*, *Merulius*, *Meruliopsis* etc.

Carpozomul speciei *Serpula lacrymans* (syn. *Merulius lacrymans*) este întins pe substrat, în formă de placă (Fig. 117). Partea centrală a carpozomului este de culoare

galbenă-ruginie, este alveolată și prezintă picături de lichid. Marginea carpozomului este lată, pufoasă și albă. Praful sporifer este brun.

Această ciupercă se întâlnește pe lemnul din construcții (parchet, dușumea, câpriori, grinzi, etc.) sau din depozite și produce o putrezire roșie a acestuia (Sălăgeanu și Sălăgeanu, 1985).

Ordinul Agaricales

Acest ordin cuprinde ciuperci care au carpozomul acoperit inițial de un **văl general**. Bazidiocarpul este cărnos și este alcătuit din **pălărie** și **picior**. La anumite specii, carpozomul este sesil. Regiunea himenială este sub formă de lame dispuse radiar sau de tuburi. La unele specii, regiunea himenială este protejată de un vâl parțial care persistă pe picior sub formă de inel (Fig. 167). Bazidiile sunt întregi (**holobazidii**) și prezintă apical bazidiospori inserați pe **sterigme**. Din acest ordin fac parte numeroase familii.

Familia Boletaceae

Această familie cuprinde ciuperci tericole, micorizante, carnoase, care au carpozomul diferențiat în pălărie și picior. Regiunea himenială este alcătuită din **tuburi** sudate între ele, ușor detașabile de carnea pălăriei. Tuburile sporifere sunt captușite cu bazidii și bazidiospori, iar la partea inferioară prezintă pori rotunzi sau poligonali. Pentru această familie este caracteristic genul *Boletus* care cuprinde numeroase specii.

La *Boletus edulis*, carpozomul (Fig. 118) este comestibil (Eliade și Toma, 1977). *Boletus satanas* (Fig. 119) este o ciupercă otrăvitoare, care provoacă dureri stomacale violente și tulburări intestinale. Nu este mortală, așa cum s-a crezut multă vreme (Zanoschi și colab., 1981).

Familia Agaricaceae

Această familie cuprinde ciuperci carnoase care au carpozomul diferențiat în pălărie și picior. Regiunea himenială se prezintă sub formă de **lame** așezate radiar. La aceste ciuperci, vâlul general dispare de timpuriu, iar vâlul parțial persistă sub formă de inel. Cele mai caracteristice genuri sunt *Agaricus*, *Macrolepiota* și *Lepiota*. Aceste genuri cuprind numeroase specii.

Agaricus campestris (Fig. 120) și *Macrolepiota procera* (Fig. 121) sunt ciuperci comestibile, comune, foarte apreciate (Eliade și Toma, 1977).

Familia Amanitaceae

Această familie cuprinde ciuperci care au carpozomul cărnos, format din pălărie și picior. Regiunea himenială este sub formă de **lame**. La anumite specii, vâlul general este persistent. Pentru această familie este caracteristic genul *Amanita* care cuprinde numeroase specii comestibile și otrăvitoare.

La *Amanita*, piciorul este cilindric, bulbos la bază și prezintă inel fix. La baza piciorului se găsește o **volvă** provenită din vălul general.

Amanita caesarea (Fig. 122) este comestibilă, fiind considerată una dintre cele mai valoroase ciuperci. *Amanita muscaria* (Fig. 123) este o ciupercă otrăvitoare. De asemenea, *Amanita phalloides* (Fig. 124) și *Amanita pantherina* (Fig. 125) sunt foarte otrăvitoare. Consumarea acestor ciuperci poate produce moartea consumatorului (Phillips, 1994).

Familia Russulaceae

Această familie cuprinde ciuperci tericole, ectomicorizante, care au carpozomul format din pălărie și picior. Regiunea himenială este sub formă de lame. Aceste ciuperci nu au volvă, inel sau cortină. Familia **Russulaceae** cuprinde numeroase specii încadrate în genurile *Lactarius* și *Russula*. Speciile de *Lactarius* secretă latex, deosebindu-se de cele din genul *Russula*.

Lactarius piperatus (Fig. 126) și *Russula vesca* (Fig. 127) sunt ciuperci comestibile, fiind foarte bune (Sălăgeanu și Sălăgeanu, 1985).

Familia Tricholomataceae

Această familie cuprinde ciuperci saprofite, tericole sau lignicole, care au bazidiocarpul diferențiat în picior și pălărie (Sălăgeanu și Sălăgeanu, 1985). Regiunea himenială este sub formă de lame.

La *Marasmius oreades*, carpozomul este format din pălărie și picior. Pălăria este cărnoasă, are culoare gălbuie-roșiatică, cu centrul mai închis și mamelonat (Fig. 128). Această ciupercă este comestibilă, dar poate fi confundată cu *Clitocybe rivulosa*, care este otrăvitoare (Phillips, 1994).

Ordinul Auriculariales

Acest ordin cuprinde ciuperci **Hymenomycetes** care au bazidia septată transversal. Sunt specii saprofite și parazite pe plante, care au corpul fructifer gelatinos și de diferite forme (Webster, 1993).

La *Auricularia auricula-judae* (Fig. 129), carpozomul este gelatinos, sesil, în formă de ureche sau de cupă. Inițial, are culoare gălbuie-brună, iar mai târziu devine brun-negricios. Se dezvoltă pe trunchiuri sau ramuri de arbori foioși și este comestibilă (Phillips, 1994).

Ordinul Exobasidiales

Acest ordin cuprinde ciuperci parazite pe plante antofite (**Ericaceae**, **Lauraceae** etc.) și care nu formează bazidiocarp (carpozom). Regiunea himenială acoperă suprafața țesuturilor vegetale parazitare.

Infecția plantelor gazdă cauzează hipertrofierea țesuturilor vegetale pe care se formează excrescențe mari, cărnoase, de culoare roz (Fig. 130). Bazidiile sunt întregi

(**holobazidii**) și sunt situate între celulele epidermice ale plantelor parazitare. O specie comună este *Exobasidium vaccinii* (Fig. 168) care parazitează pe frunzele speciei *Vaccinium vitis-idaea* (Phillips, 1994).

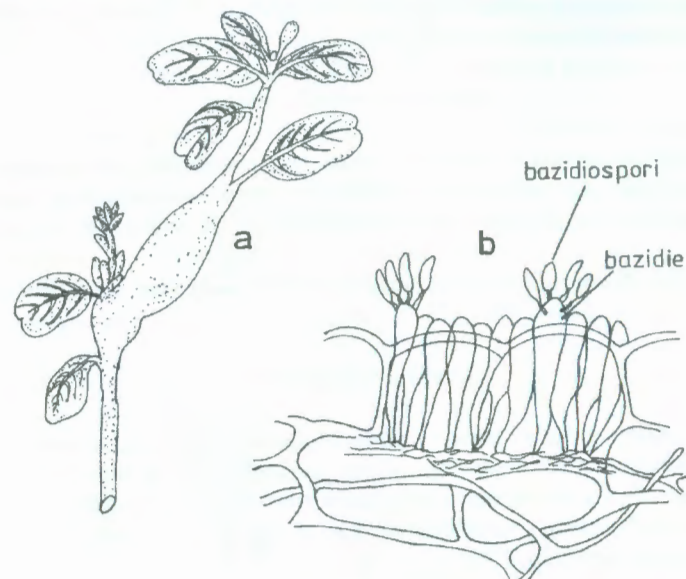


Fig. 168. *Exobasidium vaccinii*:

a. atac pe *Vaccinium vitis-idaea*; b. bazidii cu bazidiospori în țesuturi vegetale atacate.

3.7.2.4.2. Clasa Gasteromycetes

Această clasă cuprinde ciuperci care formează corpuri sporifere, epigeu sau **hipogeu**, foarte variate ca formă (piriforme, sferice, tuberculiforme etc.). La suprafața corpurilor sporifere se găsește un înveliș extern denumit **peridie**, iar în interior este **gleba**. **Gleba** reprezintă regiunea himenială unde se formează bazidii cu bazidiospori. La unele specii, în glebă se diferențiază și elatere cu rol în diseminarea sporilor.

Clasa **Gasteromycetes** cuprinde câteva ordine cu numeroase specii (Webster, 1993).

Ordinul Lycoperdales

Acest ordin cuprinde ciuperci saprofite care au carpozomul acoperit cu o peridie **ubulă**, alcătuită din **exoperidie** și **endoperidie**.

La *Lycoperdon pyriforme*, corpul sporifer este piriform (Fig. 131). Exoperidia este **verucoasă**, iar endoperidia este moale. Gleba este susținută de o pseudocolumelă situată la **nivelul** piciorului. La maturitate, gleba se diferențiază în bazidii cu bazidiospori și elatere

filamentoase care formează capilițiul. Eliberarea bazidiosporilor în mediul extern se face printr-un por situat apical (Webster, 1993).

Gaeum fimbriatum (syn. *Gaeum sessile*) are exoperidia divizată în 6-10 lobi, iar endoperidia înconjoară gleba (Fig. 132). Endoperidia prezintă un orificiu apical prin care se eliberează bazidiosporii (Pârvu, 1999).

Ordinul Sclerodermatales

Acest ordin cuprinde ciuperci tericole ectomicorizante, cu carpozom sferic sau sferic-turtit, sesil sau cu picior redus. La maturitate, peridia se deschide în partea apicală și permite diseminarea bazidiosporilor. Gleba formează la maturitate numai bazidii cu bazidiospori.

La *Scleroderma citrinum* (syn. *Scleroderma aurantium*, *Scleroderma vulgare*), carpozomul este sferic și sesil (Fig. 133).

Ordinul Nidulariales

Acest ordin cuprinde ciuperci care au bazidiocarpul epigeu, cupuliform, conic sau cilindric. Bazidiocarpul are o peridie tare și este acoperit de un vâl numit **epifragmă** care se rupe la maturitate. Gleba se fragmentează în **peridiole** care conțin bazidii cu bazidiospori.

La *Cyathus striatus*, bazidiocarpul este în formă de degetar și prezintă o peridie brună și o epifragmă albă (Fig. 134).

Ordinul Phallales

Acest ordin cuprinde ciuperci tericole care au, inițial, bazidiocarpul acoperit cu o peridie groasă și albă. La maturitate, bazidiocarpul se diferențiază în **volvă** provenită din peridie, **receptacul** și **glebă**. Gleba conține bazidii cu bazidiospori. Forma, mărimea și culoarea receptaculului sunt diferite în funcție de specie.

La *Phallus impudicus* (buretele puturos), receptaculul este cilindric, alb, spongios și fistulos. Gleba se găsește în vârful receptaculului și se prezintă sub formă de căciulă alveolată. La baza receptaculului se află volva (Fig. 135).

La *Mutinus caninus* (Fig. 136), receptaculul este cilindric, volva este albă-gălbuie, iar gleba este brună-verzuie.

La *Clathrus ruber*, receptaculul are forma unui glob ajurat. Pe partea internă a receptaculului este gleba, iar la bază se află volva (Fig. 137). La *Clathrus archeri*, receptaculul are formă stelată, cu 5-8 brațe. Gleba este pe fața internă a receptaculului, iar la bază este volva (Fig. 138).

3.7.2.4.3. Clasa Teliomycetes

În clasa **Teliomycetes** sunt cuprinse ciuperci bazidiomicete la care bazidiile se formează din germinarea sporilor de rezistență denumiți **teliospori** sau **teleutospori**. Clasa **Teliomycetes** cuprinde două ordine: **Ustilaginales** și **Uredinales**.

Ordinul Ustilaginales

În acest ordin sunt cuprinse ciuperci care prezintă spori de rezistență denumiți **teliospori**. Aparatul vegetativ al ciupercilor **Ustilaginales** este reprezentat de **miceliul primar și miceliul secundar**. Miceliul primar este saprofit, iar miceliul secundar este parazit. Ca organe de absorbție, miceliul dicariotic prezintă **haustori** care au forme și mărimi diferite (Pârvu, 1996).

Teliosporii sunt spori de rezistență și propagare ai ciupercii (Săvulescu, 1957). Aceștia se formează întotdeauna în sori, care pot avea forme, dimensiuni și culori diferite. Teliosporii sunt prevăzuți cu o membrană dublă, alcătuită dintr-un **endospor** subțire care vine în contact cu protoplasma și un **exospor** către exterior. Teliosporii sunt unicelulari, binucleați și se formează întotdeauna pe miceliul dicariotic, în faza parazită.

Din germinarea teliosporilor rezultă **bazidia** (promiceliu) care poate fi continuă (**holobazidie**) sau septată transversal (Fig. 169).

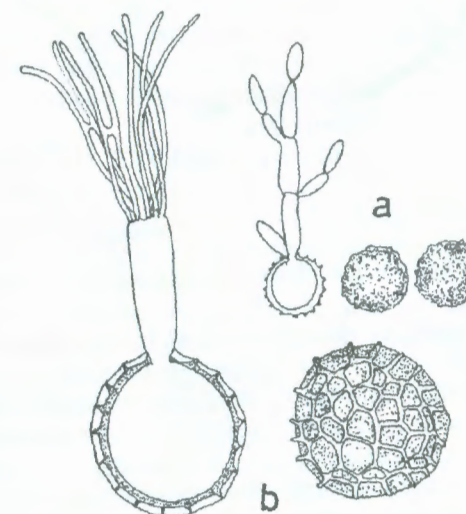


Fig. 169. Teliospori și bazidii la **Ustilaginales**:

- a. *Ustilago avenae*: doi teliospori și teliospor germinat, cu bazidie fragmentată și bazidiospori;
- b. *Tilletia caries*: teliospor germinat cu holobazidie și bazidiospori filamentoși.

Bazidiosporii pot să înmugurească și formează celule de înmugurire (blastospori). Ustilaginalele nu prezintă organe diferențiate de înmulțire sexuală. Totuși, înmulțirea sexuală are loc și se realizează prin **somatogamie** (conjugare). Aceasta constă în copularea bazidiosporilor, a blastosporilor sau a celulelor promiceliului. În urma procesului sexual se formează miceliul dicariotic care este miceliul de infecție a plantelor la ustilaginele (Fig. 170).

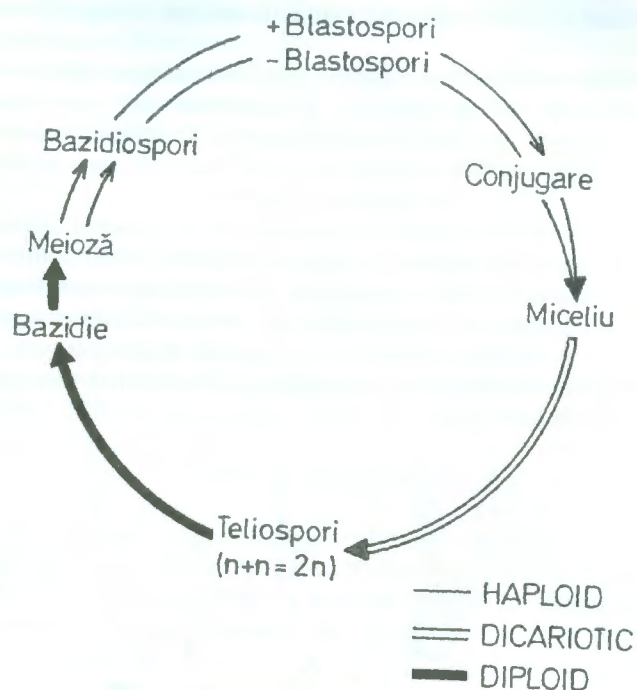


Fig. 170. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la Ustilaginales.

Infecția plantelor se face diferit: prin coleoptil (infecție germinală), prin stigmatul florii (infecție florală) și prin răni (infecție locală). După ce are loc infecția, miceliul dicariotic crește în toată planta (infecție sistemică) și ajunge până în vârful vegetativ de creștere. O excepție de la acest mod de infecție prezintă *Ustilago maydis* la care infecția se face prin rănilor plantei (infecție locală).

În cadrul ordinului **Ustilaginales** sunt cuprinse circa 1 000 de specii de ciuperci care parazitează în exclusivitate plantele cu flori (Webster, 1993). Aceste specii se grupează în două familii (**Ustilaginaceae** și **Tilletiaceae**), după modul de formare și germinare a teliosporilor (Pâr v u, 1996).

Familia Ustilaginaceae

Speciile cuprinse în această familie prezintă **fragmobazidie** pe care se formează patru bazidiospori. Aceste specii produc la plante (cultivate și spontane) boli denumite **tăciuni**. Sorii ciupercii se formează în locul unor organe ale plantelor atacate sau în puni caracteristice.

La *Ustilago tritici*, sorii ciupercii se formează în locul spiculețelor de grâu atacate care sunt distruse complet. Sorii sunt alcătuiți din numeroși teliospori rezultați prin

fragmentarea miceliului dicariotic (Fig. 139). Această ciupercă produce **tăciunile zburător** al grâului.

La *Ustilago maydis* (syn. *Ustilago zae*), sorii ciupercii se formează pe organele stiuileți, panicul, frunze, tulpină) plantei, în puni caracteristice. Sorii sunt alcătuiți din numeroși teliospori caracteristici (Fig. 140). Această ciupercă produce **tăciunile comun** (cu puni) al porumbului.

Familia Tilletiaceae

Speciile cuprinse în această familie prezintă **holobazidie**, pe care se formează tipical numeroși bazidiospori. Bazidiosporii au formă de seceră și copulează între ei.

Teliosporii sunt unicelulari și pot fi izolați (la *Tilletia*) sau asociați în grămezi (la *Urocystis*). De asemenea, aceștia se formează pe suprafața plantelor, în interiorul organelor sau în spațiile intercelulare ale țesuturilor vegetale, în funcție de specie.

Teliosporii de *Tilletia* (Fig. 141) se formează în ovarul florii și sunt protejați la maturitate de pericarpul cariopsei gramineelor pe care le parazitează. Astfel, pe grâu (*Triticum* spp.) parazitează câteva specii de *Tilletia* (*T. foetida*, *T. tritici*, *T. triticoides*, *T. intermedia*) care produc **mălura comună** a acestei plante (Pâr v u, 1996).

Ordinul Uredinales

În ordinul **Uredinales** sunt cuprinse ciuperci bazidiomicete la care sporul de rezistență se numește **teleutospor**. Prin germinarea teleutosporului se formează o **fragmobazidie** cu bazidiospori (Săvulescu, 1953).

Aparatul vegetativ este reprezentat printr-un miceliu care se dezvoltă intercelular și mai rar intracelular. Ca organ de absorbție prezintă **haustori** care pot avea mărimi și forme diferite (globuloși, tubuliformi, spiralați).

Ciupercile din ordinul **Uredinales** prezintă 5 tipuri de spori: bazidiospori, picnospori, ecidiospori, uredospori și teleutospori (Fig. 171).

Prin germinarea teleutosporilor, în timpul primăverii, din fiecare celulă a acestora se formează o fragmobazidie (bazidie tetracelulară) cu bazidiospori. La uredinalele homotalice, bazidiosporii sunt de același sex, iar la cele heterotalice sunt diferențiați sexual. Miceliul haploidal care se formează din germinarea bazidiosporului are același sex cu al sporului din care a luat naștere.

Pe miceliul primar se formează picnospori în picnidie (Fig. 171) care au rolul de a multiplica acțiunea bazidiosporilor. Prin germinarea picnosporilor iau naștere micelii pe care se formează din nou picnidii. Ecidiosporii iau naștere în ecidii care se formează aproape simultan cu picnidiile. Ecidiosporii sunt unicelulari, binucleați și au membrana netedă sau echinulată.

Formarea ecidiilor cu ecidiospori se realizează pe miceliul secundar. În urma germinării ecidiosporilor rezultă miceliul secundar care poate infecta aceeași specie de plantă gazdă pe care s-au format (la uredinalele **autoice**) sau plante din specii diferite (la uredinalele **heteroice**).

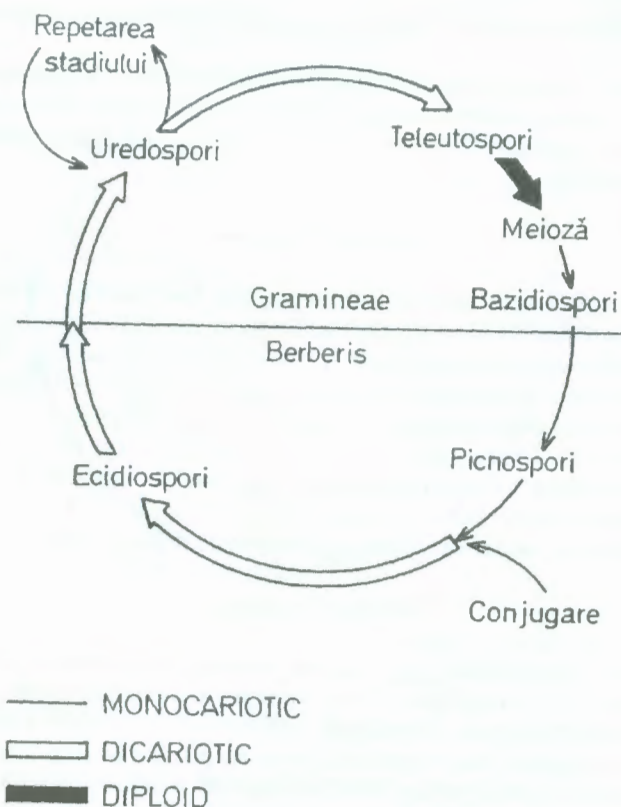


Fig. 171. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la *Puccinia graminis*.

Pe miceliul secundar (dicariotic), rezultat din germinarea ecidiosporilor, se formează uredosporii. Aceștia iau naștere în lagăre (grămezi) numite **uredosori**. Uredosporii sunt unicelulari, binucleați, sesili sau pedicelați, de culoare galbenă sau portocalie. Ei sunt spori de propagare. Prin germinare, uredosporii dau naștere la un miceliu secundar care infectează întotdeauna aceeași specie de plantă gazdă (Pârvu, 1996).

Către sfârșitul perioadei de vegetație, pe miceliul secundar rezultat din germinarea uredosporilor, se formează teleutosporii, în lagăre (grămezi) proprii numite **teleutosori**. Teleutosporii sunt sporii de rezistență ai ciupercii.

Uredinalele la care se întâlnesc cele 5 tipuri de spori se numesc **macrociclice**, euforme sau cu ciclu complet. La multe specii, poate să lipsească una sau mai multe forme de spori. În acest caz, ele se numesc **microciclice** sau cu ciclu incomplet (Pârvu, 1996).

La ciupercile uredinale se cunosc două faze: **faza ecidiană** în care se formează pcnosporii și ecidiosporii și o altă fază în care se formează uredosporii și teleutosporii. Legătura dintre aceste două faze este făcută de bazidiospori. Uredinalele **macrociclice**, la

care amândouă fazele se dezvoltă pe aceeași plantă gazdă, se numesc **autoice**. Când faza ecidiană se dezvoltă pe o plantă, iar faza cu uredospori pe alta, speciile sunt **heteroice**.

În ordinul **Uredinales** sunt grupate numeroase ciuperci microscopice, parazite obligate, care produc la numeroase plante cultivate și spontane boli cunoscute sub numele de **rugini**. Pe glob se cunosc circa 4 000 de specii grupate în 100 de genuri (Webster, 1993).

După forma și structura teleutosporilor, în ordinul **Uredinales** sunt cuprinse familiile **Pucciniaceae** și **Melampsoraceae**.

Familia Pucciniaceae

Această familie cuprinde ciuperci **Uredinales** care au, în general, teleutospori pedicelați, de forme și mărimi diferite. Morfologia teleutosporilor are o importanță deosebită în taxonomia familiei (Fig. 172).

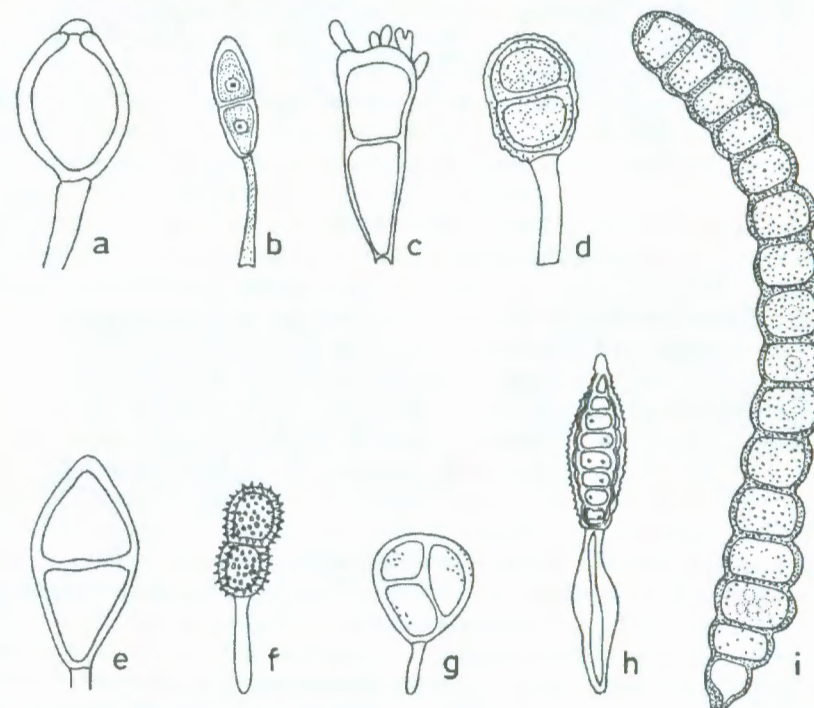


Fig. 172. Morfologia teleutosporilor la **Pucciniaceae**:

a. *Uromyces*; b și c. *Puccinia*; d. *Cumminsia*; e. *Gymnosporangium*; f. *Tranzschelia*; g. *Triphragmium*; h. *Phragmidium*; i. *Xenodocus*.

Teleutosporii pot fi unicelulari (la *Uromyces*), bicelulari (la *Puccinia*, *Tranzschelia*, *Gymnosporangium* etc.) și pluricelulari (la *Phragmidium*). În această familie sunt cuprinse specii autoice și heteroice, macrociclice și microciclice.

Uromyces appendiculatus este o specie macrociclică și autoică (Fig. 142). Aceasta determină rugina la fasole (*Phaseolus vulgaris*) și la alte leguminoase.

Puccinia graminis este o specie macrociclică și heteroică (Fig. 143), care dezvoltă stadiul cu picnidii și ecidii pe *Berberis vulgaris*, iar stadiul cu uredospori și teleutospori se formează pe *Triticum* spp. (Fig. 173). Această ciupercă parazită determină **rugina neagră** a grâului.

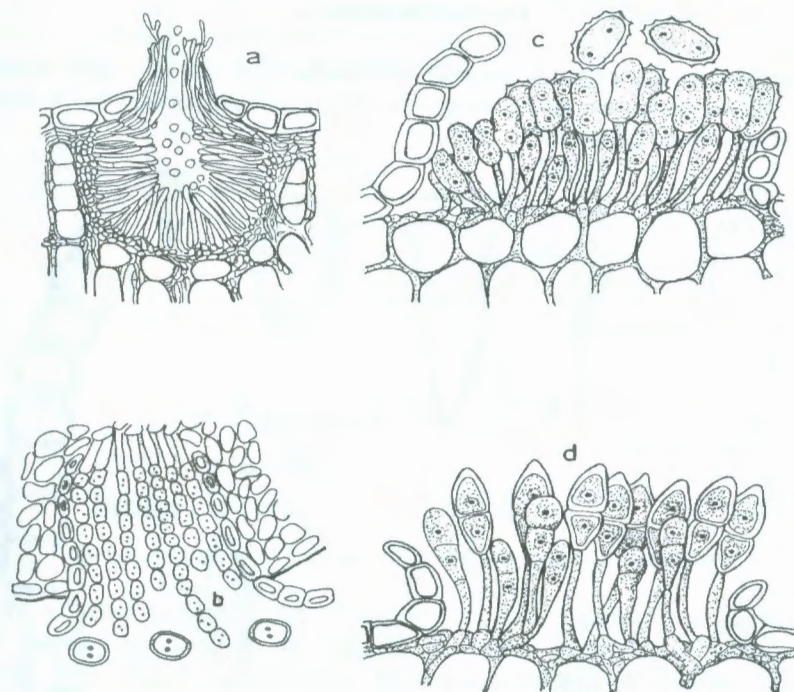


Fig. 173. Tipuri de spori la *Puccinia graminis*:

a. picnidie cu piconospori; b. ecidie cu ecidiospori; c. uredosor cu uredospori; d. teleutosor cu teleutospori.

Puccinia striiformis (syn. *Puccinia glumarum*) este o specie autoică și microciclică, lipsită de faza ecidiană (Pârvu, 1996). Această ciupercă determină **rugina galbenă** a grâului.

Phragmidium disciflorum (syn. *Phragmidium mucronatum*) este o specie macrociclică și autoică. Teleutosporii sunt fusiformi, pluricelulari (5 – 9 celule), cu pedicel persistent și tare (Fig. 144). Această specie determină **rugina** la trandafir.

Familia Melampsoraceae

În cadrul familiei sunt cuprinse specii parazite. **autoice și heteroice, macrociclice și microciclice**. Aceste specii au **teleutospori sesili**, izolați sau dispuși în grămezi, formând sori crustiformi (la *Melampsora*) sau coloane cilindrice (la *Cronartium*).

Teleutosporii se formează în celulele epidermale sau uneori în celulele mezofilului (Pârvu, 1996).

Melampsora lini este o specie **autoică și macrociclică**. Aceasta este parazită pe inul cultivat (*Linum* spp.) și pe unele specii spontane din acest gen, la care produce rugină.

Cronartium ribicola este o specie **macrociclică și heteroică**. Picnidiile și ecidiile se formează pe ramurile și trunchiurile de *Pinus strobus*, *Pinus cembra* și alte specii înrudite. Uredosporii și teleutosporii se formează pe frunze ale speciilor de *Ribes* (*R. rubrum*, *R. nigrum*, *R. grossularia*), la care produce rugină.

3.7.2.5. Subîncręgătura Deuteromycotina

Această subîncręgătură cuprinde ciuperci superioare, cu miceliul haploid, filamentos și septat, la care nu se cunoaște stadiul sexual (teleomorf). Peretele celular al hifei este format din **chitină și glucan** (Isaac, 1992). În cursul dezvoltării lor filogenetice, deuteromicetele s-au adaptat la o înmulțire exclusiv conidiană. Astfel, ele prezintă numai miceliu și conidii (Tab. 11).

La unele specii de **Deuteromycotina (Fungi imperfecti)**, nu se întâlnesc organe de înmulțire asexuată (conidii). Aceste specii prezintă miceliu și cel mult scleroți și formează grupul **Mycelia sterilia** (Pârvu, 1996).

Pe baza caracterelor morfologice ale conidiilor, deuteromicotinele sunt înrudite cu ascomicetele și bazidiomicetele. După caracterele stadiului conidian (anamorf), majoritatea deuteromicotinelor aparțin la ascomicete (Pârvu, 1996).

Se presupune că aceste ciuperci au provenit mai ales din ascomicete prin dispariția stadiului sexual din ciclul biologic. Evoluția acestui grup s-a realizat în direcția perfecționării stadiului conidian (Mititiuc, 1995).

Această subîncręgătură cuprinde peste 30 000 de specii saprofite și parazite. Clasificarea deuteromicotinelor se face în funcție de caracterele stadiului conidian. Conidiile se formează în picnidii, în acervuli sau pe conidiofori liberi sau asociați în **coremii și sporodochii** (Fig. 72).

În funcție de caracterele conidiilor și miceliului, subîncręgătura **Deuteromycotina** cuprinde trei clase: **Blastomycetes, Coelomycetes și Hyphomycetes** (Tab. 10).

În cadrul clasei **Coelomycetes** sunt cuprinse ciuperci la care conidiile se diferențiază în picnidii sau în **acervuli**. Aceste ciuperci sunt grupate în două ordine: **Sphaeropsidales și Melanconiales** (Tab. 10).

Ordinul **Sphaeropsidales** cuprinde ciuperci saprofite și parazite la care conidiile se formează în **picnidii**. Reprezentanții ordinului **Melanconiales** au conidiile grupate în acervuli, de forme și mărimi diferite (Pârvu, 1996).

Clasa **Hyphomycetes** cuprinde deuteromicotine la care conidiile se formează fie direct pe miceliu, fie pe conidiofori izolați sau asociați în coremii și sporodochii. Aceste ciuperci (saprofite și parazite) sunt grupate în ordinul **Hyphomycetales**.

3.8. Importanța ciupercilor

Micologia (gr. mykes = ciupercă; logos = știință) este știința care studiază biologia ciupercilor. Aceasta prezintă importanță teoretică și practică deosebită. Dintre problemele teoretice ale biologiei ciupercilor menționăm: originea și evoluția parazitismului, simbioza, antagonismul microbial, sexualitatea în raport cu dezvoltarea lor evolutivă, specializarea fiziologică etc.

Ciupercile prezintă importanță practică deosebită. Alături de bacterii, ciupercile saprofite contribuie la descompunerea materiei organice moarte. Astfel, ele îmbogățesc solul în substanțe nutritive și asigură circuitul materiei în natură. Unele ciuperci din sol trăiesc în simbioză și formează micorize care favorizează dezvoltarea plantelor.

Numeroase ciuperci sunt folosite în practică pentru realizarea procesului de **fermentație**. Ciupercile realizează fermentații acide și fermentații alcoolice.

Datorită enzimelor și toxinelor pe care le produc, ciupercile parazite se hrănesc pe seama țesuturilor vii ale organismelor atacate (plante, animale și om). Anumite macromicete sunt toxice pentru om și determină, în caz de consum, intoxicații caracteristice.

Unele specii de ciuperci sunt utilizate pentru obținerea de **antibiotice** (penicilină, griseofulvină, clavacină, fumigatină). Este cunoscut faptul că anumite macromicete sunt comestibile și sunt utilizate de om în alimentație.

Din unele ciuperci se extrag coloranți naturali (negru, galben, brun-roșcat etc.) care se folosesc pentru vopsirea pieilor și stofelor (Pârșu, 1999).

3.9. Originea și evoluția ciupercilor

În ceea ce privește originea ciupercilor, se acreditează ideea că acestea s-au desprins, de peste 1 miliard de ani, din alge protiste străvechi și s-au adaptat la o viață exclusiv heterotrofă.

Studiile asupra ciupercilor fosile nu sunt numeroase. De asemenea, există puține date cu privire la evoluția fungilor (Scagel și colab., 1984).

Se consideră că primele ciuperci au apărut în era paleozoică, în **Ordovician**, cu circa 500 de milioane de ani în urmă (Raven și colab., 1992).

Primele ciuperci fosile adevărate au fost găsite în rocile paleozoice, apărute de aproximativ 400 de milioane de ani. Multe dintre aceste ciuperci paleozoice sunt foarte asemănătoare cu zigomicetele actuale. Așa sunt veziculele hifale și sporii din țesuturile plantelor vasculare care au fost găsite în estul Scoției și care datează din Devonianul târziu, de 400 milioane de ani (Scagel și colab., 1984).

Câteva exemple de ascomicete fosile datează din **Carbonifer**; fragmente certe din aceste ciuperci sunt din **Cretacic** (Tab. 3). Primele bazidiomicete datează de la sfârșitul **Carboniferului**.

Originea și filogenia ciupercilor pot fi explicate mai ales prin studierea caracterelor reprezentanților actuali, deoarece fosilele fungice sunt fragmentate și/sau insuficiente pentru caracterizarea speciilor.

Prin compararea caracterelor structurale și biochimice ale ciupercilor, s-a sugerat că demersul evolutiv s-a făcut în direcția zigomicete – ascomicete – bazidiomicete. Acest model evolutiv corespunde colonizării mediului terestru de către ascomicete și mai ales bazidiomicete (Scagel și colab., 1984).

Morfologia și structura talului, precum și caracterele sporilor (asexuați și sexuați) susțin originea ciupercilor **Oomycetes** din alge **Xanthophyceae** (**Chrysophyta**) străvechi, cu tal sifonal de tip **Vaucheriales** (Rayner și colab., 1987).

Câțiva autori susțin originea ciupercilor ascomicete din alge roșii străvechi. Această ipoteză se bazează pe asemănarea dintre reproducerea sexuată de la algele roșii **Florideophyceae** cu cea de la unele ascomicete (Scagel și colab., 1984). Totuși, se consideră că acesta este un exemplu de **evoluție paralelă**.

În perioada actuală, părerile micologilor, cu privire la poziția sistematică a ciupercilor **Deuteromycotina** (**Fungi imperfecti**), sunt diferite. Se presupune că aceste ciuperci au provenit mai ales din ascomicete prin dispariția stadiului sexuat din ciclul biologic. Evoluția acestui grup s-a realizat în direcția perfecționării stadiului conidian (Mititiuc, 1995).

Ciupercile **Myxomycota** sunt mai apropiate filogenetic de protozoare decât de **Fungi**, datorită absenței peretelui celular și mișcării amoeboideale.

Vechimea lichenilor este mai puțin cunoscută. Se presupune totuși că sunt de **vârstă terțiară**. Filogenia lichenilor se bazează pe originea și evoluția celor doi simbionți (Pop și colab., 1983).

Lichenii prezintă o capacitate deosebită de adaptare la diferite substraturi și condiții extreme. De aceea, e posibil ca mediul terestru să fi fost invadat, prima dată, nu de un singur individ, ci de o asociație de organisme, comparabilă cu un lichen (Raven și colab., 1992).

Caracterele morfologice, structurale și biochimice ale ciupercilor susțin originea lor **polifiletică** (Fig. 174).

Caracterele biochimice ale ciupercilor actuale sunt deosebit de utile pentru formularea ipotezelor privind originea și filogenia lor. Diferențele în ceea ce privește structura polizaharidică a pereților celulari ai ciupercilor pot fi folosite pentru explicarea filogeniei lor. Argumentele biochimice sugerează originea difiletică a ciupercilor cu perete celular. Astfel, se disting două linii principale, dar separate, de evoluție a ciupercilor: o linie principală a **fungilor chitinoși** și o linie minoră a **fungilor celulozici** (Rayner și colab., 1987).

Linia filogenetică a fungilor chitinoși cuprinde organisme care sintetizează L-lizină pe calea metabolică a acidului amino adipic. Linia ciupercilor cu perete celulozic cuprinde organisme care sintetizează lizină din acid diaminopimelic (Rayner și colab., 1987).

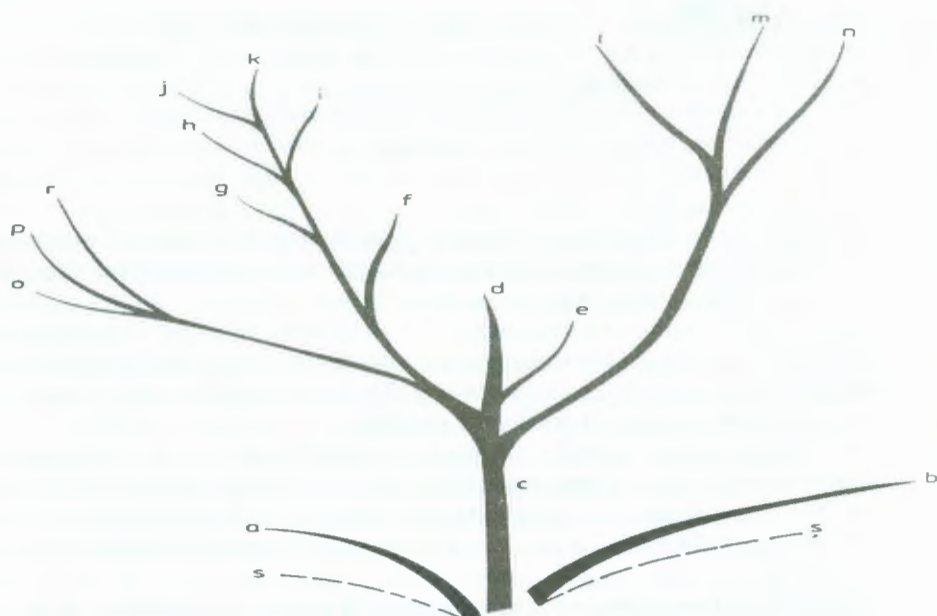


Fig. 174. Relații filogenetice ale ciupercilor:

- a. Myxomycetes; b. Oomycetes; c. Chytridiomycetes; d. Zygomycetes;
e. Trichomycetes; f. Hemiascomycetes; g. Plectomycetes; h. Pyrenomycetes;
i. Laboulbeniomycetes; j. Discomycetes; k. Loculoascomycetes; l. Teliomycetes; m.
Hymenomycetes; n. Gasteromycetes; o. Blastomycetes; p. Coelomycetes;
r. Hyphomycetes; s. Euglenophyceae; t. Xanthophyceae.

Ciupercile inferioare actuale prezintă flageli, în anumite stadii ale dezvoltării ontogenetice. La ciupercile evolute (*Ascomycotina*, *Basidiomycotina* și *Deuteromycotina*) nu există stadii flagelate.

Se consideră că din strămoși biflagelați cu perete celular chitinos au evoluat ciupercile chitinoase: *Chytridiomycetes*, *Zygomycetes*, *Hemiascomycetes*, *Plectomycetes*, *Pyrenomycetes*, *Discomycetes*, *Loculoascomycetes*, *Hymenomycetes*, *Gasteromycetes*, *Teliomycetes*, *Coelomycetes*, *Hyphomycetes* și *Blastomycetes* (Fig. 174). Din strămoși biflagelați cu perete celulozic au evoluat ciupercile (Fig. 174) *Hyphochytridiomycetes* și *Oomycetes* (Rayner și colab., 1987).

Dovezile biochimice și structurale susțin că ciupercile se aseamănă mai mult cu animalele decât cu organismele fotoautotrofe, din următoarele considerente: au exoschelet chitinos; depozitează glicogen și nu au amidon; nu au cloroplaste; în mitocondrii, codonul UGA pentru triptofan nu este situat terminal (Rayner și colab., 1987).

Evoluția ciupercilor s-a realizat în decursul unui proces istoric de adaptare și selecție naturală, prin modificarea modului de nutriție, a complexului enzimatic și a modului de acțiune asupra substratului.

4. Regnul Plantae

În regnul **Plantae** sunt cuprinse organisme fotosintetizatoare precum mușchii și plantele vasculare (cormofitele). Aceste organisme sunt denumite **plante**.

O serie de dovezi (morfologice, structurale și biochimice) arată că plantele (briofitele și cormofitele) au evoluat dintr-un grup de alge verzi străvechi.

Ca și algele verzi, plantele au **clorofile** (a și b) și **carotenoizi** ca pigmenți accesorii. De asemenea, **amidonul** (principalul produs de fotosinteză) este depozitat în interiorul cloroplastelor. La alte organisme eucariote fotosintetizatoare, produșii de rezervă sunt depozitați înafara cloroplastelor (Raven și colab., 1992).

Principalul component al pereților celulari la plante și la unele alge verzi este celuloza. De asemenea, diviziunea celulară prin formarea fragmoplastului și plăcii celulare este caracteristică numai plantelor și la câteva genuri de alge verzi.

Datorită caracteristicilor comune pe care le au, este foarte probabil ca plantele (briofitele și cormofitele) să descindă dintr-un strămoș algal comun sau din diferite alge verzi înrudite care au invadat cu succes pământul.

Strămoșul comun al plantelor prezenta o **alternanță de generații** (gametofit și sporofit) heteromorfe, forma embrioni și gametangii (anteridii și oogoane) pluricelulare (Raven și colab., 1992).

Plantele prezintă o serie de caractere de superioritate față de algele verzi. Toate plantele sunt oogamete și au **embrioni** (Raven și colab., 1992).

Organismele care au reușit să facă tranziția de la apă la uscat au dezvoltat structuri care le protejează de uscăciune. Aceste organisme și-au dezvoltat un **înveliș steril** (perete) protector în jurul celulelor gametice din gametangii (anteridii și arhegoane) și a celulelor producătoare de spori (arhesporului) din sporangii. De asemenea, embrionii plantelor sunt protejați în interiorul arhegonului. Părțile supraterane ale plantelor sunt acoperite cu cuticulă (strat ceros) care le protejează de uscăciune.

Prezența cuticulei este strâns legată de existența stomatelor care funcționează, în principal, ca reglator al schimburilor de gaze (Raven și colab., 1992).

În ceea ce privește strămoșul plantelor, nu se știe dacă acesta avea țesut conducător. Fosilele din **Ordovician** aveau celule alungite care semănau cu traheidele. De asemenea, dovada existenței substanței asemănătoare ligninei, în pereții celulari, datează din perioada siluriană (Raven și colab., 1992).

Cele mai vechi fosile care seamănă cu plantele datează de la începutul **Silurianului**, cu aproximativ 430 de milioane de ani în urmă. Gametofiti bine dezvoltați se cunosc din **Devonian** (Tab. 3), cu 400 de milioane de ani în urmă. Datorită existenței acestor fosile, se acceptă ipoteza că strămoșul plantelor este o algă verde relativ complexă, care a invadat pământul cu mai mult de 430 de milioane de ani în urmă.

O serie de dovezi fosile (tetrade de spori, fragmente de celule conducătoare specializate, fragmente de cuticulă din perioada ordoviciană) sugerează posibilitatea că originea plantelor trebuie căutată mai devreme de 450 de milioane de ani (Raven și colab., 1992).

Se consideră că primele plante terestre au fost probabil **endomicorizante** cu un **zigomicet**; astfel de asocieri micorizante se găsesc la plantele actuale (Raven și colab., 1992).

4.1. Încrengătura Bryophyta

În încrengătura **Bryophyta** (gr. bryon = mușchi; phyton = plantă) sunt cuprinse plante cunoscute sub denumirea de **mușchi**. Deoarece formează arhegon și nu au vase conducătoare tipice, precum plantele vasculare, mușchii mai sunt denumiți **Archegoniatae avasculare**. În literatură sunt descrise circa 25 000 de specii.

4.1.1. Morfologia și structura mușchilor

Corpul mușchilor este alcătuit din două generații (gametofit și sporofit) suprapuse și subordonate. Generația dominantă a mușchilor este **gametofitul** (G). Această generație este haploidă (n), sexuată, de lungă durată, asimilatoare și formează organele de reproducere (arhegoane și anteridii). Sporofitul (S) este generația producătoare de spori (asexuată). El se dezvoltă pe gametofit și este dependent de acesta (Fig. 175).

Din punct de vedere morfologic, gametofitul poate fi **taloidic** sau **cormoidic**. Gametofitul taloidic are forma unei lame foliacee, verzi, cu structură dorsoventrală și este prins de substrat prin **rizoizi**.

Gametofitul cormoidic se aseamănă cu un corm (corpul vegetativ al plantelor vasculare) și este alcătuit din rizoizi, tulpină și frunze. Briofitele nu au tulpini și frunze adevărate (Scagel și colab., 1984).

Rizoizii iau naștere din celulele epidermale de la baza tulpinii și au rol în absorbție și fixare pe substrat (Plămadă, 1998).

Tulpina mușchilor cormoidici este prevăzută cu frunze. Din punct de vedere anatomic, tulpina prezintă **epidermă** (la exterior), **scoarță** (la mijloc) și **funicul central** (la interior) alcătuit din celule alungite cu rol conducător. Mușchii au o slabă diferențiere a țesuturilor. În tulpină nu se găsește cilindrul central cu vase lemnoase și liberiene (Hodișan și Pop, 1976).

Frunzele mușchilor au o structură simplă, sunt variate ca formă (ovale, lanceolate etc.), sunt sesile și asimilatoare (verzi). Acestea iau naștere din celule laterale ale tulpinii, prin diviziuni celulare repetate. La majoritatea mușchilor, frunzele sunt așezate altern pe tulpină (Plămadă, 1998).

La maturitate, pe gametofit se formează organele de reproducere (arhegonul și anteridia) ale mușchilor. La majoritatea mușchilor, arhegonul și anteridia iau naștere din celule superficiale ale tulpinii gametofitului.

Arhegonul este organul femeiesc de reproducere. Acesta are forma unei butelii și este alcătuit dintr-o parte bazală, ovală, voluminoasă, care se continuă cu un gât (tub) lung situat în partea superioară. Peretele arhegonului este alcătuit dintr-un singur strat de celule. La baza arhegonului există un **picior** pluricelular care se fixează pe gametofit. În partea bazală a arhegonului se găsește **oosfera**, iar pe traiectul gâtului se află **celelele canal**, dintre care cea bazală este mai mare (Fig. 176).

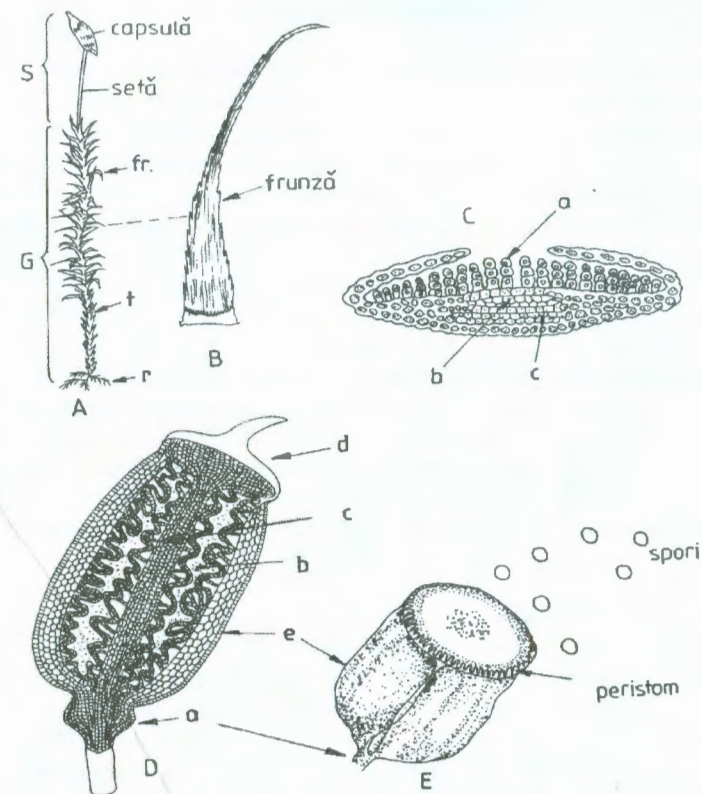


Fig. 175. Aspecte morfologice și structurale la *Polytrichum*:

- A. gametofit (G) și sporofit (S): r. rizoizi; t. tulpină; fr. frunze; B. aspect extern al frunzei; C. secțiune transversală prin frunză: a. lame asimilatoare; b. țesut conducător; c. țesut mecanic; D. capsulă: a. apofiză; b. urnă; c. columelă; d. opercul; e. peretele capsulei; E. capsulă cu peristom.

Prin gelificarea celulelor canal este favorizată pătrunderea anterozoidului la oosferă (Hodișan și Pop, 1976).

Anteridia este organul bărbătesc de reproducere al mușchilor. Aceasta are formă globuloasă și este prevăzută cu un picior scurt (**stil**) pluricelular care o fixează pe gametofit.

La suprafața anteridiei se găsește un perete celular unistratificat, iar în interior **țesutul spermatogen** alcătuit din numeroase celule. Țesutul spermatogen formează un număr mare de anterozoizi (gameți bărbătești) spiralați și prevăzuți apical cu 2 flageli lungi și egali (Plămadă, 1998).

La mușchii monoici, anteridia și arhegonul se dezvoltă pe același gametofit (indivd), iar la cei dioici pe indivizi diferiți.

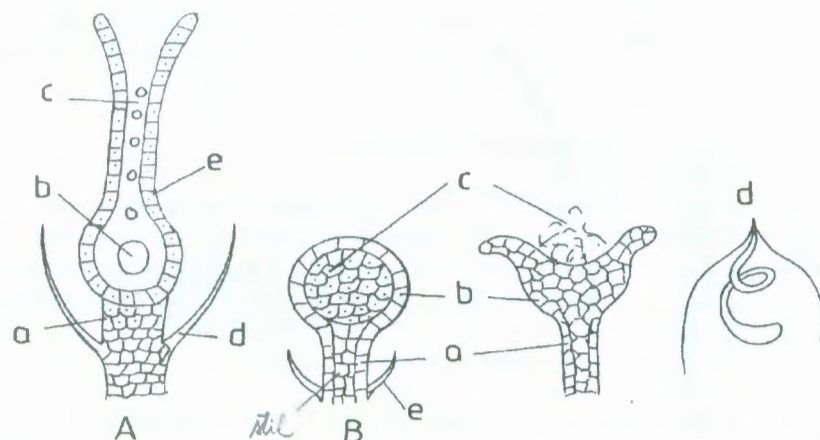


Fig. 176. Structura arhegonului și anteridiei la mușchi:

A. arhegon: a. pedicel; b. oosferă; c. celule canal; d. frunză (pericetiu); e. peretele arhegonului; B. anteridie: a. pedicel; b. perete unistratificat; c. țesut spermatogen; d. anterozoid.

După fecundarea oosferei de către un anterozoid se formează zigotul din care se dezvoltă sporofitul, generația (asexuată) producătoare de spori (**briospori**).

Sporofitul (sporogonul) este alcătuit din **capsulă (sporange)**, **setă** și **haustor** (Fig. 175). Capsula este prevăzută apical cu un căpăcel denumit **opercul**, iar la bază cu o porțiune mai dilatată denumită **apofiză**. La maturitate, operculul se desprinde și cade și permite observarea gurii urnei, care are marginal 1-2 cercuri de dinți (așezați circular) care formează **peristomul** (simplu sau dublu). **Peristomul simplu** este alcătuit dintr-un singur șir de dinți, așezați circular. **Peristomul dublu** este format din **exostom** și **endostom**, alcătuiți din dinți, așezați concentric.

Din punct de vedere structural, capsula prezintă la exterior un perete pluristratificat, în mijloc **arhesporul**, iar în interior (axial) **columela**. La anumiți mușchi, capsula nu prezintă columelă. Arhesporul este situat în urnă și este alcătuit din celule sporogene ($2n$) care se divid meiotic și apoi mitotic și formează sporii (n). La maturitate, sporii sunt sferici și prezintă o membrană groasă, cutinizată, denumită **exospor**, iar la interior o membrană celulozică, denumită **endospor**.

Masa de spori care se formează prin diviziunea celulelor arhesporului este acoperită de un înveliș dublu numit **sac sporifer**. La mușchii dioici, sporii sunt diferențiați în spori bărbătești și spori femeiești.

Capsula sporogonului este fixată în vârful unui filament lung denumit **setă**. La partea inferioară, seta se continuă cu un haustor; cu ajutorul acestuia se fixează în țesutul gametofitului de unde absoarbe substanțele nutritive (Plămadă, 1998).

Sporii diseminați din capsula sporogonului ajung pe substrat și, în condiții favorabile de mediu, germinează.

4.1.2. Înmulțirea mușchilor

La **briofite**, înmulțirea se realizează pe cale vegetativă, asexuată și sexuată. Înmulțirea vegetativă este foarte frecventă la multe briofite și diminuează variabilitatea în populație. Mușchii se înmulțesc vegetativ prin fragmente de frunze, de tulpină, de protonemă sau prin celule specializate denumite **propagule**.

Înmulțirea asexuată se realizează prin spori, iar cea sexuată prin oogamie. Cele două stadii (asexuat și sexuat) de înmulțire se succed în realizarea ciclului ontogenetic de dezvoltare.

Ciclul de dezvoltare

Ciclul de dezvoltare ontogenetică al unui mușchi începe cu germinarea sporului, care este dependentă de lumină, umiditate, temperatură etc. Prin germinare se formează un filament verde, ramificat, pluricelular, denumit **protonemă**. Unele ramuri ale protonemei pătrund în pământ, pierd clorofila și devin rizoizi (Plămadă, 1998).

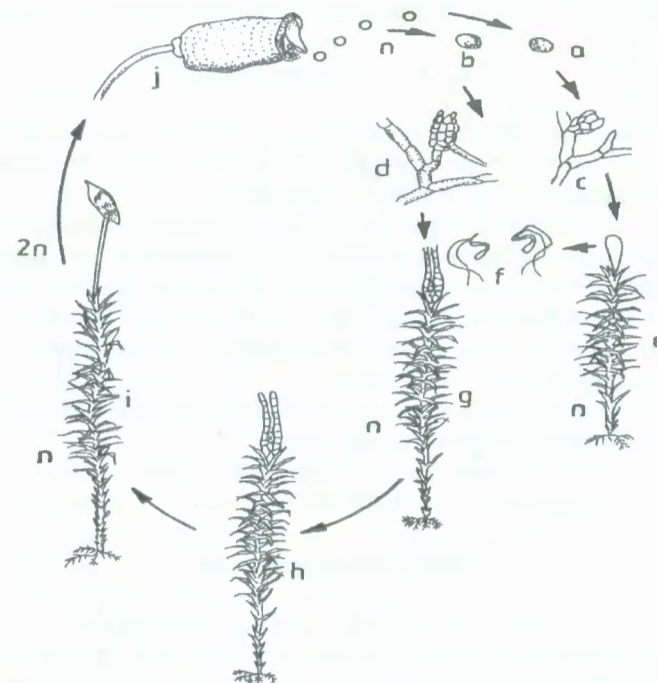


Fig. 177. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la mușchi (*Polytrichum*):

a și b. spori; c și d. protonemă cu muguraș; e. gametofit (bărbătesc) cu anteridie; f. anterozoid; g. gametofit (femeiesc) cu arhegon; h. gametofit și sporofit tânăr; i. gametofit și sporofit; j. capsula sporofitului.

Pe protonemă se formează gametofitul (gametoforul) care crește treptat datorită unei celule apicale de creștere. La maturitate, pe gametofit se formează organele de reproducere (anteridiile și arhegoanele). Anterozoidul pătrunde în arhegon, fecundează oosfera și astfel ia naștere zigotul ($2n$).

Zigotul se divide imediat mitotic și formează un **embrion** care crește, se dezvoltă și dă naștere sporogonului (Sitte și colab., 1998). În capsula (sporangele) sporogonului se formează spori (n) care vor relua ciclul de dezvoltare ontogenetică.

În ciclul de dezvoltare al mușchilor, se distinge o alternanță de două generații (gametofit și sporofit) heteromorfe. Gametofitul este dominant, iar sporofitul este redus și se formează pe gametofit (Fig. 177). Generația gametofitică (n) cuprinde următoarele fenofaze ale mușchilor: spor, protonemă, gametofit, organe de reproducere (anteridii, arhegoane) și gameți (anterozoid, oosferă). Generația asexuată (sporofitică) începe cu zigotul, se continuă cu embrionul și apoi sporogonul care produce spori (n).

4.1.3. Clasificarea briofitelor

Pe baza caracterelor morfologice și structurale ale gametofitului și sporofitului, briofitele sunt grupate în trei clase: **Hepaticatae**, **Anthocerotae** și **Musci (Bryatae)**.

4.1.3.1. Clasa Hepaticatae

Această clasă cuprinde mușchi care reprezintă o linie evolutivă foarte distinctă a briofitelor. Aceștia au stadiul protonematic redus și de scurtă durată. Majoritatea mușchilor sunt cormoidici; la anumiți mușchi, gametofitul este taloidic.

Capsula (sporangele) sporogonului nu are peristom, iar operculul există doar la câțiva mușchi. În capsulă se formează spori și elatere. De regulă, sporangele se deschide prin 4 linii longitudinale și permite diseminarea sporilor (Scagel și colab., 1984).

Se consideră că mușchii hepatici sunt un grup străvechi. Material fosil există din **Devonian**. *Hepaticites devonicus* (ordinul **Metzgeriales**) din **Devonian** (Tab. 3) este prima specie de mușchi hepatic fosil care a fost descris.

Dovezi fosile evidente ale mușchilor hepatici au fost găsite în depozitele baltice de chihlimbar din era **Terțiară** (Scagel și colab., 1984).

Mușchii hepatici sunt grupați în mai multe ordine (**Calobryales**, **Jungermanniales**, **Metzgeriales**, **Marchantiales** etc.) care corespund unor linii evolutive distincte.

Ordinul Jungermanniales

Acest ordin cuprinde peste 7 000 de specii, care reprezintă 2/3 din mușchii hepatici cunoscuți. Gametofitul acestor mușchi cormoidici, este aplatizat dorsoventral și prezintă frunze așezate lateral. Ei sunt distribuiți din zona arctică și antarctică până la tropice; ating maximum de diversitate în pădurile tropicale umede. Acești mușchi cresc pe roci, sol sau în apă (Scagel și colab., 1984).

Înregistrările fosile ale acestor mușchi există din Terțiar (Scagel și colab., 1984).

Ordinul Marchantiales

În acest ordin sunt cuprinși mușchi **taloidici**, **monoici** și **dioici**. Gametofitul este ramificat dicotomic și este fixat de substrat prin rizoizi.

La *Marchantia polymorpha* (**fierea pământului**, **coada rândunicii**), gametofitul este dioic, taloidic, verde închis (ca fierea) și ramificat dicotomic. Corpul vegetativ este prins pe substrat prin rizoizi incolori. Gametofitul (gametoforul) este diferențiat în mai multe țesuturi distincte (Fig. 178): **epidermă** (superioară și inferioară), **țesut asimilator** și **țesut acvifer** (de depozitare).

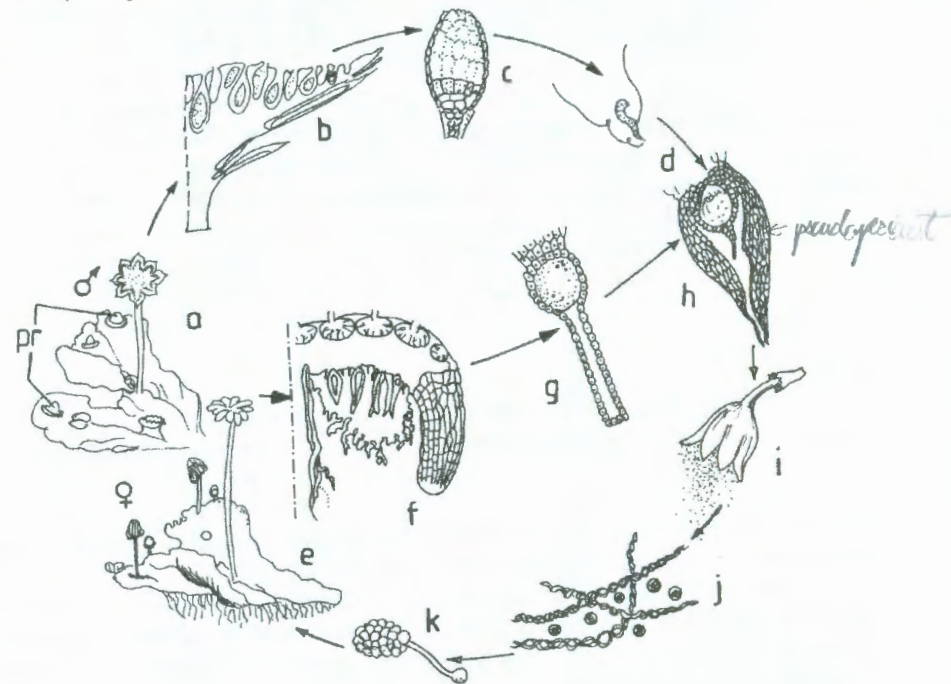


Fig. 178. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la *Marchantia polymorpha*: a. gametofit bărbătesc; b. receptacul cu anteridii; c. anteridie; d. anterozoid; e. gametofit femeiesc; f. receptacul cu arhegoane; g. arhegon; h. sporofit tânăr; i. capsulă (sporangie); j. spori și elatere; k. gametofit tânăr; pr. propagule.

Epiderma superioară este perforată de pori care sunt înconjurați de mai multe celule și sunt, de obicei, continuu deschiși (Scagel și colab., 1984). Porii comunică cu camerele de aer situate în țesutul asimilator. Pereții externi ai celulelor epidermice sunt cutinizați. Sub epiderma superioară se găsesc lacune numeroase și celule asimilatoare, dispuse în coloane.

Marchantia

Țesutul asimilator se sprijină pe un țesut acvifer alcătuit din celule parenchimatice în care se acumulează apă și substanțe de rezervă. Unele celule parenchimatice sunt pline cu mucilagiu (Scagel și colab., 1984).

Epiderma inferioară este în contact cu substratul pe care se dezvoltă mușchiul. Unele dintre celulele epidermale formează rizoizi cu rol în fixare și absorbție (Fig. 179).

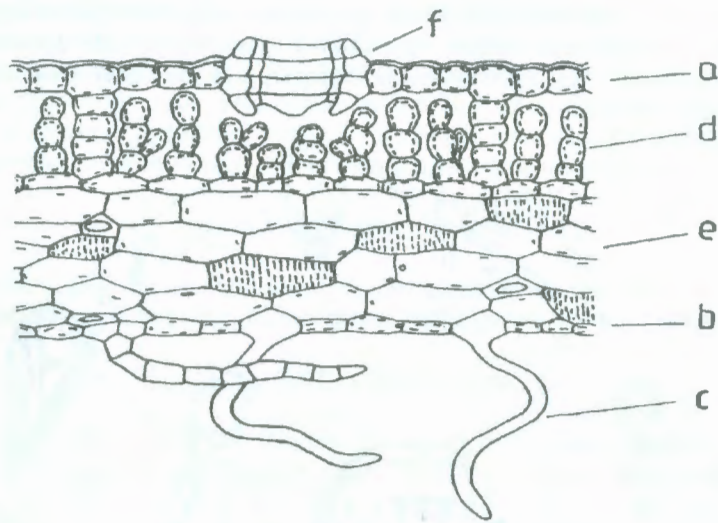


Fig. 179. Secțiune prin gametofit de *Marchantia*:

a. epidermă superioară; b. epidermă inferioară; c. rizoizi; d. țesut asimilator; e. țesut acvifer; f. por.

Pe fața superioară a gametofitului se formează propagule (celule vegetative), grupate în coșulețe, care au rol în înmulțirea vegetativă.

Gametofitul bărbătesc de *Marchantia polymorpha* formează un anteridiofor care are apical un disc lobat, pe suprafața căruia se diferențiază cripte (cavități). În fiecare criptă se formează o anteridie ovală, scurt pedicelată. Anterozoizii formați în anteridie sunt eliberați prin porul criptei.

Gametofitul femeiesc prezintă un arhegoniofor care formează apical un disc cu 7-9 brațe alungite. Pe fața inferioară a brațelor se găsesc arhegoane dispuse în rânduri și care sunt învelite de o membrană protectoare denumită perichețiu (Hodișan și Pop, 1976).

În capsula sporogonului se formează spori (bărbătești și femeiești) și elatere.

Acest mușchi hepatic se întâlnește în biotopuri foarte umede și răcoroase, pe lângă izvoare, pe pereții fântânilor etc.

Cel mai vechi material fosil de *Marchantiales* este din *Carbonifer*. Acești mușchi reprezintă punctul culminant al organizării tisulare la mușchii hepatici (Scagel și colab., 1984).

4.1.3.2. Clasa Anthocerotae

În această clasă sunt cuprinși **mușchi taloidici** (anuali și pereni) care sunt grupați în ordinul **Anthocerotales** (Scagel și colab., 1984).

Gametofitul acestor mușchi este alcătuit din lobi radianți, prevăzuți cu rizoizi unicelulari care au rol în fixare și absorbție. Anteridiile și arhegoanele îau naștere din celule subepidermale și sunt acoperite de epidermă până la maturitate. Sub epiderma superioară se găsesc celule asimilatoare care conțin un singur cloroplast mare, lenticular, prevăzut cu un pirenoid. Sub celulele verzi, există celule care nu prezintă clorofilă. Unele cavități se deschid pe partea ventrală a talului prin pori asemănători ostiolelor stomatelor (Scagel și colab., 1984).

Sporofitul este cilindric și este ascuțit spre vârf. Pe măsură ce se dezvoltă, sporofitul perforează partea superioară a talului și crește perpendicular pe acesta. Până la eliberarea sporilor din capsulă (sporange), sporofitul este verde și asimilează. Peretele sporangelui are stomate caracteristice.

Sporofitul are o creștere nedeterminată, datorită **meristemului intercalar** situat la baza sa. Capsula sporofitului se deschide prin două valve longitudinale și permite diseminarea sporilor și elaterelor pluricelulare. În centrul capsulei se află columela. Deschiderea capsulei începe de la vârf și se continuă spre bază (Scagel și colab., 1984).

O specie reprezentativă a acestui ordin este *Anthoceros laevis* (Fig. 180), care crește pe soluri umede și argiloase (Hodișan și Pop, 1976).

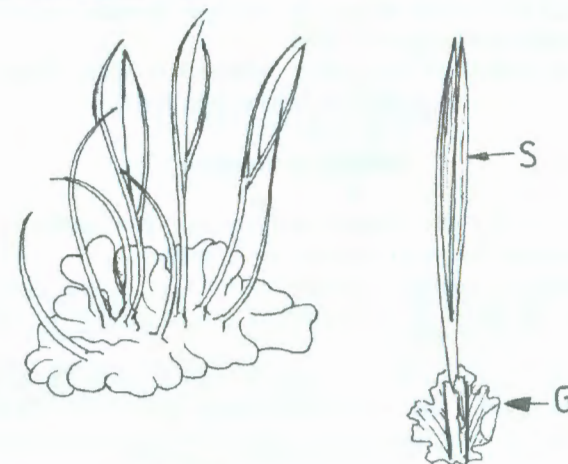


Fig. 180. *Anthoceros laevis*:

G. gametofit; S. sporofit.

Unele caracteristici de asemănare ale pteridofitelor străvechi **Rhyniales** cu mușchii **Anthocerotales** sugerează că acestea ar avea un strămoș comun. Astfel, la pteridofite străvechi **Rhyniales**, precum *Horneophyton*, există columelă, iar ornamentația sporilor seamănă cu cea a unor specii de *Anthoceros* (Scagel și colab., 1984).

4.1.3.3. Clasa Musci

În clasa **Musci (Bryatae)** sunt cuprinse circa 15 000 de specii de mușchi cormoidici grupați în trei subclase (**Sphagnidae**, **Andreaeidae** și **Bryidae**), corespunzător la tot atâtea linii evolutive (Sitte și colab., 1998).

Acești mușchi au protonema verde, ramificată și extensibilă. Gametofitul prezintă rizoizi pluricelulari, tulpină, frunze și gametangii.

Din punct de vedere structural, tulpina acestor mușchi este mai complexă decât a mușchilor hepatici. La unii mușchi, în centrul tulpinii se găsesc celule denumite **leptoide** care sunt asemănătoare, ca structură și funcție, cu cele care transportă seva elaborată la plantele vasculare. De asemenea, acești mușchi pot avea fascicule de celule conducătoare denumite **hidroide**, care sunt asemănătoare traheidelor (Scagel și colab., 1984).

Forma și structura frunzelor sunt variate. În general, marginea frunzelor este unistratificată, iar partea mediană este pluristratificată. De obicei, frunzele au nervură mediană.

Anteridiile sunt înconjurate de frunze modificate care formează **perigonul**, iar arhegoanele de un înveliș frunzos denumit **perichețiu**. Atât anteridiile, cât și arhegoanele sunt însoțite de filamente alungite, denumite **parafize** (Plămadă, 1998).

Sporogonul este alcătuit din **haustor**, **setă** și **capsulă (sporange)** în care se formează spori. La unii mușchi, sporogonul prezintă **pseudopodiu** care este o axă lungă, gametofitică, nefoliată, analogă setei. În general, capsula prezintă opercul, peristom și columelă (Plămadă, 1998). Numeroși mușchi din clasa **Bryatae** au capsula acoperită de o scufie (caliptră) care este un rest al arhegonului.

Reproducerea vegetativă este foarte frecventă la acești mușchi și se face prin fragmentarea talului și prin propagule (Scagel și colab., 1984).

Subclasa Sphagnidae

În această subclasă este cuprins un singur ordin (**Sphagnales**), care este monotipic, deoarece include o singură familie cu un singur gen (*Sphagnum*).

Genul *Sphagnum* cuprinde mușchi monoici și mușchi dioici cunoscuți sub denumirea de **mușchi de turbă**. În țara noastră se cunosc peste 32 de specii de *Sphagnum* (Plămadă, 1998).

La *Sphagnum*, gametofitul nu prezintă rizoizi decât în stadiul incipient de dezvoltare. Pe tulpina gametofitului se dezvoltă ramuri grupate (3 – 7) în smoc și inserate verticilat. În vârful tulpinii se găsesc ramuri scurte care formează **coroana** sau **capitulul** (Fig. 181).

Din punct de vedere structural, tulpina prezintă la exterior o scoarță numită **hialodermă**, în mijloc un țesut mecanic (**stereom**), iar central (axial) un **țesut medular** (parenchimatic). De obicei, hialoderma este formată din 1 – 4 straturi de celule mari și hialine. Unele specii (*Sphagnum flexuosum*, *S. angustifolium*) nu au hialodermă (Plămadă, 1998).

La *Sphagnum*, frunzele sunt alcătuite din celule asimilatoare (**clorocite**) și celule hialine (**hialocite**), dispuse alternativ, într-un singur strat (Fig. 181). Hialocitele sunt celule

moarte, mari, prevăzute cu pori și îngroșări inelare situate pe pereții celulari. Aceste celule depozitează apa. Datorită abundenței celulelor hialine în frunze, gametofitii de *Sphagnum* absorb cantități mari de apă.

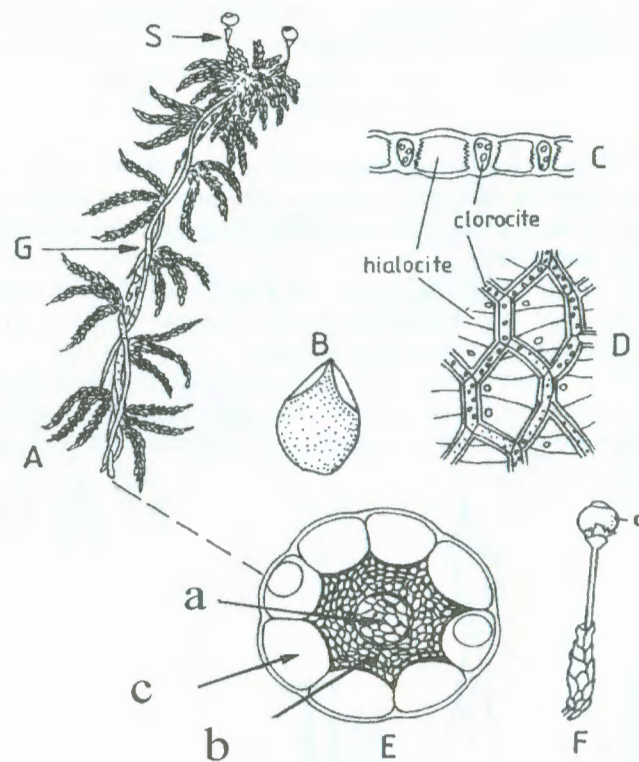


Fig. 181. Aspecte morfologice și structurale la *Sphagnum*:

A. gametofit (G) și sporofit (S); B. frunză; C. aspect microscopic al frunzei secționată transversal; D. aspect microscopic al frunzei; E. secțiune transversală prin tulpină: a. țesut medular; b. țesut mecanic; c. hialodermă; F. sporofit: c. capsulă.

Anteridiile prezintă **perigon**, iar arhegoanele **perichețiu** (Scagel și colab., 1984).

Sporogonul este alcătuit din haustor, pseudopodiu și o capsulă sferică. Capsula prezintă apical un opercul, iar în interior columela și urna în care se formează sporii. La acești mușchi, capsula nu are peristom (Plămadă, 1998).

În principal, înmulțirea mușchiului de turbă se face prin fragmentare. Dacă sunt rupe, ramurile tinere ale gametofitului pot reface noi plante.

Mușchii de turbă cresc în locuri umede, pe locuri acide, în mlaștini și turbării și contribuie la formarea turbei. În mlaștinile de turbă din țara noastră se întâlnesc specii precum *Sphagnum palustre*, *S. magellanicum*, *S. papillosum* etc. (Plămadă, 1998).

Turba produsă de *Sphagnum* se folosește ca îngrășământ organic, combustibil, pentru prepararea nămolului terapeutic, pentru acidifierea solului în floricultură etc.

Spori și frunze de *Sphagnum* se cunosc din **Jurassic**; speciile actuale pot fi determinate din material aparținând **erei cuaternare** (Tab. 3).

Subclasa Andreaeidae

Această subclasă cuprinde un singur ordin – **Andreaeales** – cu o singură familie – **Andreaeaceae** – și 2 genuri: *Andreaea* și *Andreaebryum* (Scagel și colab., 1984).

La acești mușchi, gametangiile (anteridiile și arhegoanele) se dezvoltă terminal pe același gametofit. = *monocic*

Sporofitul are pseudopodiu, haustor și capsulă ovoidă, fără setă. Capsula este prevăzută cu caliptră (scufie) și se deschide prin fante longitudinale (4 – 8) incomplete. La acești mușchi, capsula nu prezintă opercul și peristom.

La *Andreaea rupestris* (Fig. 182), tulpina este scurtă (1 – 2 cm înălțime) și are frunze imbricate. Gametangiile se dezvoltă terminal, pe același gametofit (monoic). Capsula este brună-roșiatică, este cilindrică și se deschide prin 4 fante longitudinale incomplete (Plămadă, 1998).

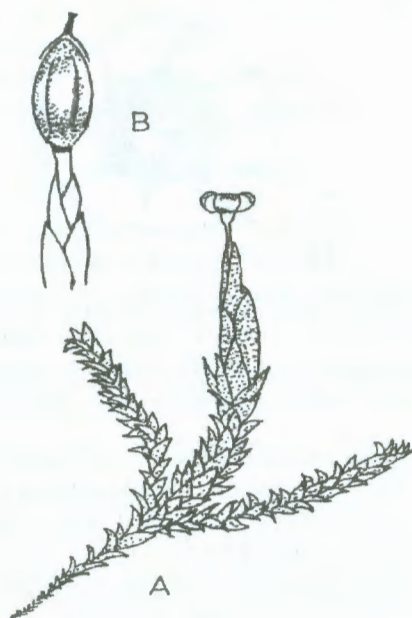


Fig. 182. *Andreaea rupestris*:
A. gametofit și sporofit; B. sporofit.

Subclasa Bryidae

În subclasa **Bryidae** sunt cuprinși numeroși mușchi **cormoidici**, monoici și dioici, acrocarpi și pleurocarpi. La mușchii **acrocarpi**, gametangiile se formează în vârful ramurilor principale și/sau tulpinii, iar la cei **pleurocarpi** pe ramurile laterale reduse (Scagel și colab., 1984).

Majoritatea mușchilor au rizoizi cu rol în fixarea gametofitului pe substrat și în absorbția sevei brute. Tulpina este erectă (ortotropă) sau plagiotropă (Fig. 183).

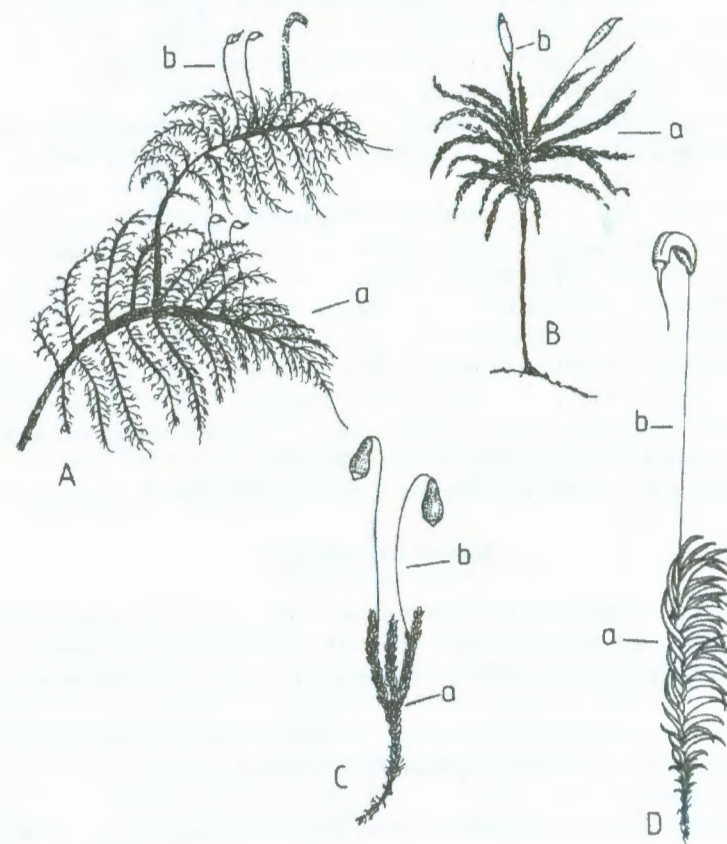


Fig. 183. Morfologia gametofitului (a) și sporofitului (b) la câțiva mușchi din subclasa **Bryidae**:

A. *Hylocomium splendens*; B. *Climacium dendroides*; C. *Bryum*; D. *Dicranum scoparium*.

La **Bryidae**, sporofitul este format din haustor, setă și capsulă (Fig. 183). Capsula este operculată, are **peristom** (simplu sau dublu) și **columelă** cilindrică. De obicei, capsula este acoperită de o caliptră bine dezvoltată (Scagel și colab., 1984).

Acești mușchi se înmulțesc frecvent pe cale vegetativă, prin fragmente de protonemă, de ramuri și prin propagule dezvoltate pe rizoizi.

Pe baza caracterelor (morfologice, structurale, biochimice etc.) gametofitului și sporofitului, mușchii din subclasa **Bryidae** sunt grupați în mai multe ordine: **Polytrichales**, **Buxbaumiales**, **Dicranales**, **Funariales**, **Bryales**, **Neckerales**, **Hypnales** etc.

Ordinul Polytrichales

Mușchii **Polytrichales** sunt **dioici** și **acrocarpi**. Gametofitii sunt dominanți și pereni. Tulpina este erectă și prezintă rizoizi ramificați la bază, iar apical gametangii (anteridii și arhegoane). Frunzele prezintă nervură mediană și au marginea unistratificată, iar partea mijlocie este pluristratificată (Scagel și colab., 1984).

Capsula sporogonului este cilindrică sau prismatică (muchiată) și prezintă opercul, peristom și columelă. Caliptra este în formă de glugă, este păroasă și caducă (Plămadă, 1998).

La *Polytrichum commune* (mușchiul de pământ), gametofitul prezintă **dimorfism foliar**. Frunzele inferioare sunt mici, solziforme, iar cele superioare sunt dezvoltate și diferențiate în teacă și limb (lamină). Pe partea superioară a laminei se găsesc lamele asimilatoare dispuse perpendicular și de-a lungul frunzei. Sub țesutul asimilator există celule de conducere și celule mecanice (Fig. 175).

Capsula sporogonului este prismatică, cu 4 – 6 muchii. La bază, capsula prezintă o **apofiză**, iar apical **opercul**, sub care există **epifragmul** fixat de **peristom** (Fig. 175). Caliptra este păroasă și de culoare galbenă-portocalie. Această specie este tericolă și este frecvent întâlnită în Carpații românești (Plămadă, 1998).

Fosile ale mușchilor **Polytrichales** se cunosc din **Eocen** (Scagel și colab., 1984).

Ordinul Buxbaumiales

În ordinul **Buxbaumiales** sunt cuprinse câteva specii de mușchi **dioici** care au gametofitul redus și sporofitul dezvoltat. Sporofitul este alcătuit din haustor, setă și capsulă acoperită cu o **caliptră** mică. Capsula este zigomorfă și are **peristom dublu** (Plămadă, 1998).

La *Buxbaumia aphylla* (Fig. 184), gametofitul bărbătesc este format din câteva frunze fixate direct pe protonemă; la gametofitul femeiesc, frunzele sunt fixate pe o tulpină minusculă (sub 1 mm).

Sporofitul este bine dezvoltat. Partea superioară a capsulei este plan-convexă și oblică, iar partea inferioară este bombată. Capsula prezintă o apofiză bine dezvoltată, un **opercul mic** și un **peristom dublu**.

Această specie este întâlnită pe soluri uscate argilo-nisipoase din zona colinară până în etajul alpin (Plămadă, 1998).

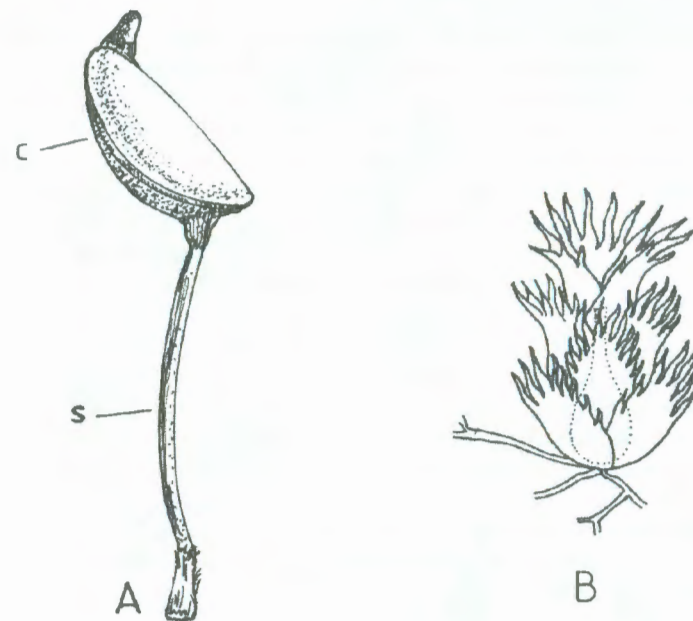


Fig. 184. Gametofitul și sporofitul la *Buxbaumia aphylla*: A. sporofit: c. capsulă; s. setă; B. gametofit.

Ordinul Bryales

În acest ordin sunt cuprinși numeroși mușchi monoici și dioici. Majoritatea mușchilor sunt **acrocarpi**; anumiți mușchi sunt **pleurocarpi**. Capsula sporogonului poate fi simetrică sau asimetrică și prezintă **peristom dublu** și **caliptră** (scufie).

Ordinul **Bryales** cuprinde numeroase genuri (*Bryum*, *Mnium* etc.) cu foarte multe specii. Genul *Bryum* cuprinde 1 000 de specii de mușchi **monoici** și **dioici**. Gametofitii au rizoizi abundenți la baza tulpinii; frunzele sunt distribuite uniform pe tulpină. Seta este erectă, flexuoasă și curbată apical (Fig. 183). Capsula este simetrică sau asimetrică și este prevăzută cu un opercul conic și mamelonat.

Genul *Mnium* cuprinde numeroase specii de mușchi **acrocarpi** (Augier, 1966; Pedrotti, 2001). *Mnium punctatum* (syn. *Rhizomnium punctatum*) este un mușchi dioic care are tulpina prevăzută cu rizoizi bruni atât la bază, cât și între frunze. Frunzele sunt sesile și au formă ovată. Seta este erectă, lungă și flexuoasă. Capsula este cilindrică, orizontală sau înclinată și are opercul conic (Fig. 185). Acest mușchi se întâlnește pe sol și roci, în locuri umede (Pedrotti, 2001).

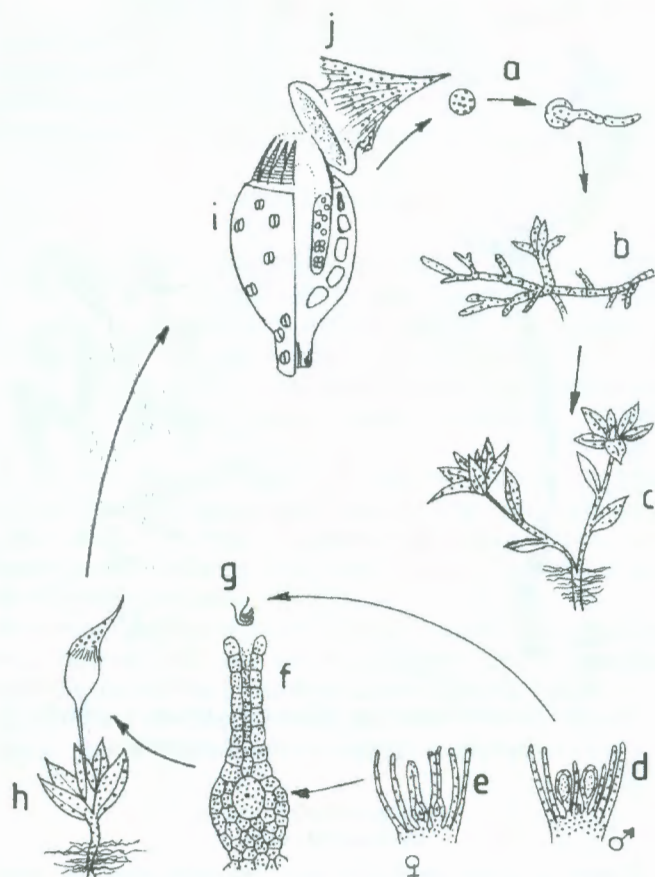


Fig. 185. Ciclul de dezvoltare ontogenetică la *Mnium*:

a. spor; b. protonemă cu muguraș; c. gametofit; d. anteridii învelite de perigon; e. arhegoane învelite de perichețiu; f. arhegon; g. anterozoid; h. gametofit cu sporofit; i. capsulă; j. caliptră.

Ordinul Dicranales

Acest ordin cuprinde **mușchi acrocarpi**, monoici și dioici. Capsula sporogonului prezintă opercul conic, peristom simplu și caliptră (Pedrotti, 2001).

În ordinul **Dicranales** sunt cuprinse numeroase genuri cu multe specii. Genul *Dicranum* cuprinde circa 150 de specii de mușchi dioici, dintre care 26 sunt prezente în Europa (Pedrotti, 2001).

La *Dicranum scoparium* (Fig. 183), gametofitul este erect, neramificat sau bifurcat. Sporogonul prezintă setă lungă și capsulă asimetrică cu opercul rostrat și scufie (Pedrotti, 2001).

4.1.4. Ecologie

Briofitele sunt plante autotrofe terestre, secundar acvatice, care au dimensiuni reduse; cei mai mari mușchi (*Dawsonia*), ajung la peste 50 cm lungime.

Mușchii au o largă răspândire pe suprafața Pământului și sunt întâlniți din regiunile ecuatoriale până în cele polare și de la șes la munte. Ei se dezvoltă pe diferite substraturi: pe sol, pe scoarța copacilor, pe lemne în descompunere etc. Alți mușchi se dezvoltă pe pietre, pe stânci, umede sau uscate. De asemenea, există briofite care trăiesc în ape, fiind flotante sau fixate pe substrat (Pop și colab., 1983).

4.1.5. Originea și evoluția briofitelor

O serie de dovezi (morfologice, structurale, biochimice etc.) susțin originea briofitelor din alge verzi străvechi, la care predomină generația gametofitică.

În cursul evoluției, unele alge verzi s-au adaptat la condițiile mediului terestru și au dobândit caracteristici noi. Astfel, gametofitul lor a evoluat către un tal cu țesuturi diferențiate; sporofitul a evoluat mai puțin, fiind dependent de gametofit (Pop și colab., 1983).

Se consideră că grupul de alge verzi în care își au originea briofitele este reprezentat de **Coleochaetaceae** (ordinul **Ulotrichales**). Talul acestor alge verzi este filamentos, cu ramuri târâtoare și erecte, fiind asemănător cu protonema briofitelor (Pop și colab., 1983).

Unii autori consideră că briofitele au evoluat din alge verzi **Charophyceae**.

În stare fosilă, briofitele se cunosc din **Devonian** (Tab. 3). Se consideră că mușchii au trei linii evolutive (**Hepaticae**, **Anthocerotae** și **Musci**) principale, care s-au diferențiat devreme în istoria evoluției lor (Fig. 186). În cadrul clasei **Musci** (**Bryatae**) se disting câteva linii evolutive corespunzătoare subclaselor: **Sphagnidae**, **Andreaeidae** și **Bryidae**. Cei mai mulți reprezentanți fosili au mușchii hepatici, dar nu există dovezi că aceștia sunt strămoșii celorlalte linii.

Faptul că principalele linii evolutive (**Hepaticae**, **Anthocerotae**, **Musci**) prezintă caracteristici foarte stabile ale grupului lor, sugerează că briofitele au apărut mai devreme de **Devonian**.

Caracterele morfologice, structurale și biochimice ale briofitelor susțin originea lor **monofiletică**. Originea și filogenia pot fi explicate mai ales prin studierea caracterelor briofitelor actuale, deoarece fosilele sunt insuficiente pentru caracterizarea speciilor.

În ceea ce privește evoluția celor două tipuri morfologice (taloidic și cormoidic) principale ale briofitelor, au fost formulate două puncte de vedere (teorii) opuse. Adepții primei teorii susțin că tipul taloidic a apărut prima dată, iar cel cormoidic (frunzos) este derivat. Cea de-a doua teorie susține că tipul cormoidic (frunzos) a apărut prima dată, iar cel taloidic a apărut din cel cormoidic prin fuziunea frunzelor sau prin pierderea frunzelor și expansiunea axei gametofitului (Scagel și colab., 1984).

Cea mai veche formă de mușchi fosil – *Hepaticites devonicus* – din Devonianul Superior al SUA este taloidic și susține prima teorie. Pe de altă parte, aceasta este o singură

descoperire și nu poate oferi o siguranță maximă. De asemenea, briofitele frunzoase (cormoidice) apar în perioada carboniferă (Scăgel și colab., 1984).

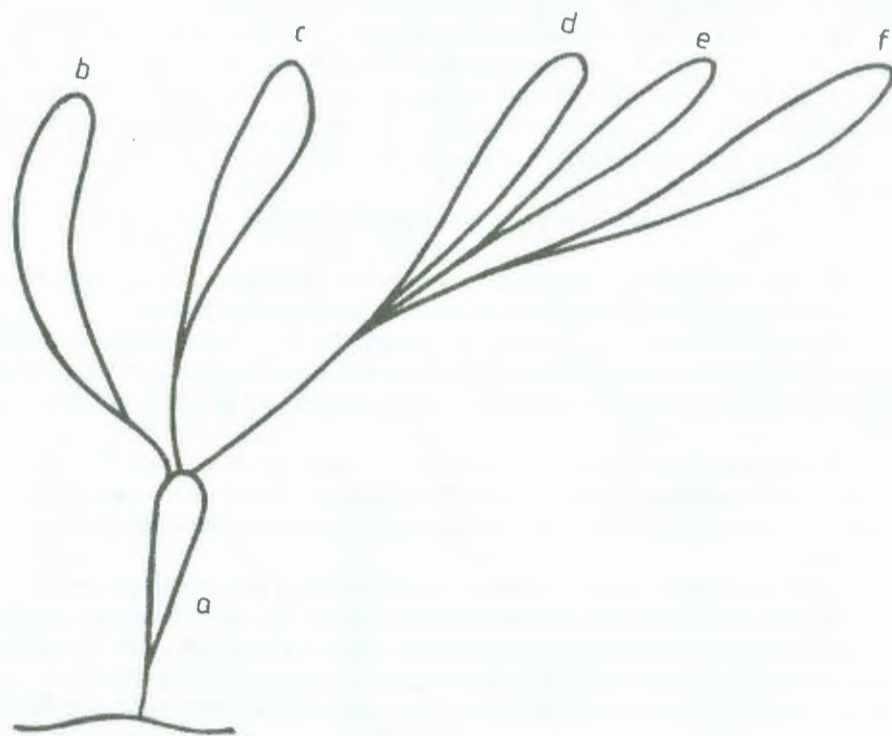


Fig. 186. Relații filogenetice ale mușchilor:

a. strămoși algali; b. **Hepaticae**; c. **Anthocerotae**; d. **Sphagnidae**; e. **Andreaeidae**; f. **Bryidae**.

Briofitele prezintă anumite legături filogenetice cu psilofite străvechi **Rhyniaceae**, care sunt cele mai vechi pteridofite.

Briofitele constituie o linie filogenetică închisă, deoarece din ele nu au derivat alte plante. Psilofitele și briofitele își au originea într-un trunchi comun, ancestral, dar au evoluat în direcții diferite (Raven și colab., 1992).

BIBLIOGRAFIE SEI ECTIVĂ

1. AINSWORTH, G.C., 1973, Introduction and Keys to Higher Taxa, Academic Press, New York, London.
2. ALEXOPOULOS, C.J., 1964, Introductory Mycology, John Wiley & Sons, New York London.
3. AUGIER, J., 1966, Flore des Bryophytes, Ed. Paul Lechevalier, Paris.
4. BONTAȘ, I., 1998, Biologie moleculară, Ed. BIT, Iași.
5. BRAUN, U., 1987, A monograph of the Erysiphales, J. Cramer, Berlin.
6. CIURCHEA, M., 1998, Lichenii din România, vol. I, Ed. Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca.
7. CRĂCIUN, C., FLOREA, A., DRAGOȘ, N., ARDELEAN, A., 1999, Introduction to Cell and Molecular Biology, Cluj University Press, Cluj-Napoca.
8. DRAGOȘ, N., PÉTERFI, L.Ș., MOMEU, L., POPESCU, C., 1997, An Introduction to the Algae and the Culture Collection of Algae at the Institute of Biological Research, Cluj University Press, Cluj-Napoca.
9. ELIADE, E., TOMA, M., 1977, Ciuperci – mic atlas, Ed. Didactică și Pedagogică, București.
10. GAMS, W., VAN DER AA, H.A., VAN DER PLAATS – NITERINK, A.J., SAMSON, R.A., STALPERS, J.A., 1987, CBC Course of Mycology, ed. a 3-a, Centraalbureau Voor Schimmelcultures Baarn – Delft.
11. GHIȘA, E., 1964, Botanică sistematică, Ed. Didactică și Pedagogică, București.
12. HERRERA, T., ULLOA, M., 1990, El reino de los Hongos Micología básica y aplicada, Mexico.
13. HODIȘAN, I., POP, I., 1976, Botanică sistematică, Ed. Didactică și Pedagogică, București.
14. HOLT, J.G., KRIEG, N.R., SNEATH, P.H.A., STALEY, J.T., WILLIAMS, S.T., 1994, Bergey's Manual of Determinative Bacteriology, ed. a 9-a, Williams & Wilkins, Baltimore, Philadelphia, Hong Kong, London, München, Sydney, Tokyo.
15. IONESCU, A., PÉTERFI, Ș., 1981, Tratat de algologie, vol. IV, Ed. Academiei R.S.România, București.
16. ISAAC, S., 1992, Fungal-Plant Interactions, Chapman & Hall, London, New York, Tokyo, Melbourne, Madras.
17. ISRAIL, A.M., 2000, Biologie moleculară, Ed. Humanitas, București.
18. KONEMAN, E.W., ALLEN, S.D., JANDA, W.M., SCHRECKENBERGER, P.C., WINN, W.C., 1997, Diagnostic Microbiology, Lippincott – Raven Publishers, Philadelphia.
19. LÜTTGE, U., KLUGE, M., BAUER, G., 1992, Botanique, TEC & DOC, Londres, Paris, New York.
20. MARGULIS, L., SCHWARTS, K.V., 2000, Five Kingdoms, third edition, Ed. W.H. Freeman and Company, New York.
21. MANTU, E., PETRIA, E., 1971, Lichenii – un paradox al naturii: $1+1 = 1$, Ed. Științifică, București.
22. MITITIUC, M., 1995, Micologie, Ed. Universității "Al. I. Cuza", Iași.
23. MORARIU, I., 1973, Botanica generală și sistematică, Ed. Ceres, București.
24. NAGY – TÓTH, F., BARNÁ, A., 1998, Alge verzi unicelulare (Chlorococcales) Determinator, Ed. Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca.
25. PEDROTTI, C.C., 2001, Flora dei muschi d'Italia, Ed. Antonio Delfino, Roma.
26. PÉTERFI, Ș., IONESCU, A., 1977, 1979, Tratat de algologie, vol. II, III, Ed. Academiei R.S.România, București.
27. PÉTERFI, L. I., 1995, Fejlődéstörténeti Növényrendszertan, I, litografiat, Univ. "Babeș - Bolyai", Cluj-Napoca.
28. PHILLIPS, R., 1981, Mushrooms and other fungi of Great Britain & Europe, Pan Books Ltd., Cavaye Place, London.

29. PÂRVU. M., 1996, Fitopatologie, Ed. Presa Universitară Clujeană, Ed. Sincron, Cluj-Napoca.
30. PÂRVU. M., 1999, Atlas micologic, Ed. Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca.
31. PÂRVU. M., 2000, Ghid practic de fitopatologie, Ed. Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca.
32. PLĂMĂDĂ. E., 1998, Flora briologică a României, Ed. Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca.
33. POP, I. HODIȘAN, I., MITITELU. D., LUNGU. L., CRISTUREAN, I., MIHAL. G., 1983, Botanică sistematică, Ed. Didactică și Pedagogică, București.
34. PRESCOTT. L.M., HARLEY, J.P., KLEIN, D.A., 1996, Microbiology, Wm.C. Brown Publishers, S.U.A.
35. PURVIS. O.W., COPPINS, B.J., HAWKSWORTH, D.L., JAMES, D.W. & MOORE, D.M., 1992, The Lichen Flora of Great Britain and Ireland, The Natural History Museum London, The British Lichen Society, London.
36. RAVEN, P.H., EVERT, R.F., EICHHORN, S.E., 1992, Biology of Plants, Worth Publishers, New York, S.U.A.
37. RAYNER. A.D.M., BRASIER, C.M., MOORE, D., 1987, Evolutionary biology of the fungi, Cambridge University Press, Great Britain.
38. RĂVĂRUȚ, M., TURENSCHI, E., 1973, Botanica, Ed. Didactică și Pedagogică, București.
39. ROMAGNESI, H., 1995, Atlas des champignons d'Europe, Bordas, Paris.
40. SAMSON, R.A., VAN REENEN – HOEKSTRA, E.S., 1988, Introduction to Food – Borne Fungi, Centraalbureau Voor Schimmelcultures, Baarn – Delft.
41. SĂLĂGEANU, G., SĂLĂGEANU, A., 1985, Determinator pentru recunoașterea ciupercilor comestibile, necomestibile și otrăvitoare din România, Ed. Ceres, București.
42. SĂVULESCU, T., 1953, Monografia Uredinalelor din Republica Populară Română, vol. I-II, Ed. Academiei R.P. Române, București.
43. SĂVULESCU, T., 1957, Ustilaginele din Republica Populară Română, vol. I-II, Ed. Academiei R.P. Române, București.
44. SCAGEL, R.F., BANDONI, R.J., MAZE, J.R., ROUSE, G.E., SCHOFIELD, W.B., STEIN, J.R., 1984, Plants – An Evolutionary Survey, Wadsworth Publishing Company, Belmont, California.
45. SITTE, P., ZIEGLER, H., EHRENDORFER, F., BRESINSKY, A., 1998, Lehrbuch der Botanik für Hochschulen, Ed. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart – Jena – Lübeck – Ulm.
46. TĂNASE, C., MITITIUC, M., 2001, Micologie, Ed. Universității "Al. I. Cuza", Iași.
47. TOMA, C., NIȚĂ, M., 2000, Celula vegetală, Ed. Universității "Al. I. Cuza", Iași.
48. VÁCZY, C., 1980, Dicționar botanic poliglot, Ed. Științifică și Enciclopedică, București.
49. VIRELLA, G., M.D., PH.D., 1997, Microbiology and Infectious Diseases, Williams & Wilkins, Baltimore, Maryland.
50. WEBER, H., 1993, Allegemaine Mycologie, Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart.
51. WEBSTER, J., 1993, Introduction to Fungi, Cambridge University Press, Cambridge.
52. WEBSTER, R.G., GRANOFF, A., 1994, Enciclopedia of Virology, vol. I-II, Academic Press, London.
53. ZANOSCHI, V., TURENSCHI, E., TOMA, M., 1981, Plante toxice din România, Ed. Ceres, București.
54. ZAMFIRACHE, M-M., TOMA, C., 2000, Simbioza în lumea vie, Ed. Universității "Al. I. Cuza", Iași.
55. ZARNEA, G., 1983, 1984, Tratat de microbiologie generală, vol. I-II, Ed. Academiei R.S. România, București.

INDEX

Unități taxonomice

A

Abies alba...211
Acetabularia...146
A. mediterranea...57, 142, 146
Actobacteraceae...31
Achillea...15
A. millefolium...15
A. millefolium subsp. *sudetica*...15
A. millefolium subsp. *sudetica* f. *rosea*...15
Acrasiales...181
Acrasiomycetes...181, 183
Actinomyces...27, 31
Actinomycetales...31
Agaricaceae...217
Agaricales...182, 213, 214, 215, 217
Agaricus...217
A. bisporus...155
A. campestris...172, 217
Aglaozonia...95
A. parvula...92
Agrobacterium...32, 33
A. tumefaciens...33, 161
Albuginaceae...192, 193
Albugo...192
A. candida...193
Amanita...160, 217, 218
A. caesarea...172, 218
A. muscaria...155, 172, 218
A. pantherina...173, 218
A. phalloides...173, 218
Amanitaceae...217
Amoebidiales...182
Anabaena...27, 38, 40, 41, 42, 44
A. azollae...44
A. flos-aquae...44

B

Bacillaria...83
B. paradoxa...84
Bacillariophyceae...55, 82
Bacillariophyta...55, 56, 57, 75, 76, 79, 80, 81, 82
Bacillus...27
B. anthracis...24, 26, 30
B. cereus...30

A. spiroides...44
Andreaea...242
A. rupestris...242
Andreaeales...242
Andreaeaceae...242
Andreaeidae...240, 242, 247, 248
Andreaebryum...242
Animalia...12, 13, 18
Anthoceros...239
A. laevis...239
Anthocerotae...236, 239, 247, 248
Anthocerotales...239
Aphanizomenon...41
Aphyllorhizales...182, 215
Apistonema...65
Archaeobacteria...13, 14, 21, 26, 27, 49
Archegoniatae avasculare...232
Ascomycotina...154, 156, 157, 158, 160, 177, 178, 179, 181, 182, 187, 197, 199, 200, 201, 203, 209, 230
Ascophyllum...99
A. nodosum...98, 99
Aspergillus...204
A. flavus...205
A. niger...155, 204
Asteraceae...15
Asterales...15
Asteridae...15
Asteroideae...15
Auricularia...213
A. auricula-judae...174, 218
Auriculariales...182, 215, 218
Azolla...41, 44
Azotobacteraceae...31

B. subtilis...24, 30
B. thuringiensis...30
Bacteria...13, 21
Bangia...102, 110
B. atropurpurea...110
B. fuscopurpurea...110
Bangiales...104, 110, 117
Bangiophyceae...47, 103, 106, 109, 110, 117, 118

Basidiomycotina...15, 154, 155, 158, 160, 177, 179, 181, 182, 187, 212, 213, 214, 215, 230
Batrachospermum...102, 106, 108, 111
B. moniliforme...111
Bdellovibrio...33
Beggiatoa...21, 34
B. alba...34
Berberis vulgaris...226
Biddulphia...76, 82, 83
Blastocladales...181, 188
Blastomycetes...182, 227, 230
Boletaceae...217
Boletus...160, 217
B. edulis...171, 217
B. satanas...171, 217
Bonnemaisoniales...117
Botrydiales...73, 74
Botrydium...72, 74

C
Calobryales...236
Caloplaca...211
Candida...202
C. albicans...155
Cantharellaceae...215
Cantharellus...215
C. cibarius...169, 215
Caulerpa...145
C. prolifera...142, 145
Centrales...77, 78, 82
Ceramiales...105, 111, 113, 114, 117
Ceramium...103, 115
C. rubrum...113, 115
Ceratiomyxales...181, 185
Ceratium...63, 64
C. hirundinella...61, 64
C. tripos...61, 64
Cetraria islandica...166, 211
Chaenotheca...177
Chaeratoceros...76
Chaetophora...135, 136
Chaetophorales...125, 135, 136, 137, 151, 152
Chamaesiphon...37, 42, 43
Chara...147, 148, 149, 151
C. crinita...149
C. foetida...149
C. fragilis...149

B. granulatum...71, 74
Botryotinia fuckeliana...165, 209
Botrytis...156
B. cinerea...210
Brassicaceae...159, 193
Bremia...192, 194
Bryales...244, 245
Bryatae...236, 240, 247
Bryidae...240, 243, 244, 247, 248
Bryophyta...151, 232
Bryopsidales...143, 144, 151
Bryopsidophyceae...124, 125, 142, 143, 150, 152
Bryopsis...143, 145, 152
B. plumosa...142, 145
Bryum...243, 245
Buxbaumia aphylla...244, 245
Buxbaumiales...244

Characeae...124
Charales...124, 149, 151, 152
Charophyceae...124, 125, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 247
Chilomonas...59
Chlamydiales...24
Chlamydomonas...57, 125, 126, 127, 128, 129, 132, 150, 151, 152
C. angulata...126
C. braunii...126
C. coccifera...126
Chlorella...15, 57, 129, 130
C. vulgaris...15, 130
Chlorobium...27, 36
Chlorococcales...124, 125, 129, 131, 150, 151, 152
Chlorococcum...129, 130, 211
C. humicola...130
Chloroflexus...36
Chloromonadophyceae...55
Chlorophyceae...15, 123, 124, 125, 143, 148, 150, 152
Chlorophyta...56, 57, 100, 122
Chondrus...116
Chordariales...100, 101
Chromatium...27, 36
Chromulina...65, 66, 68, 69
Chroococcales...42, 43
Chroococcus...37, 43, 46

Chroomonas...58, 59
Chrootheca...102, 111
Chrysamoeba...65, 66
Chrysocapsales...68, 70
Chrysochromulina...66, 67, 70
Chrysophyceae...55, 68, 70, 73
Chrysophyta...55, 56, 57, 59, 65, 66, 68, 73, 100, 229
Chrysotrichales...70
Chytridiales...181, 188
Chytridiomycetes...154, 181, 187, 188, 230
Cladonia cristatella...179
Cladophora...123, 124, 143, 144, 150
C. glomerata...144, 150
Cladophorales...143, 151
Clathrus archeri...175, 220
C. ruber...175, 220
Clavaria...216
Clavariaceae...216
Claviceps purpurea...155, 207, 208
Climacium dendroides...243
Clitocybe rivulosa...218
Closterium...138, 139
Clostridium...27
C. botulinum...24, 30
C. tetani...24, 30
Codiales...150
Codium...124, 142, 145
Coelomomyces...188
Coelomycetes...182, 227, 230
Colaciales...120, 121
Colacium...119, 120, 121
Coleochaetaceae...124, 247
Coleochaete...135, 136, 149, 151, 152
Collemataceae...178
Compositae...15
Conchocelis...107, 110, 118
Conjugatophyceae...137
Coprinus lagopus...155

D
Dacrymycetales...182, 215
Dasycladales...143, 146, 150, 151
Dawsonia...247
Delesseria...103, 115
D. sanguinea...114
Derbesia...124, 143, 144, 145, 152
D. tenuissima...144
Dermateaceae...209

Corallina...103, 113
C. officinalis...114
Corallinaceae...116
Cormobionta...15
Cormophytae...13, 151
Cortinarius...160
Corynebacterium diptheriae...48
Coscinodiscus...76, 82, 83
Cosmarium...138, 139, 140
Craterellus...215
C. cornucopioides...169, 216
Cronartium...227
C. ribicola...227
Cryptococcales...182
Cryptococcus...202
Cryptomonas...58, 59
Cryptonemiales...111, 113, 117
Cryptophyceae...59
Cryptophyta...55, 56, 57, 58, 59, 122
Cucumovirus...50
Cumminsella...225
Cutleria...89, 91, 95
C. multifida...88, 91, 95
Cutleriales...94, 95, 101
Cyanobacteria...35, 36, 39, 42, 46, 117
Cyanophora paradoxa...19
Cyanophyta...36, 39, 42, 46
Cyathus striatus...175, 220
Cyclosporidaceae...97
Cyclotella...82
C. cryptica...57
Cylindrocystis...138
Cymbella...76, 83
Cyperaceae...159
Cystophora...100
Cystoseira...98, 99, 100
C. barbata...94, 98, 99
Cystoseirites...100

Dermocarpa...37, 42, 43
Desmarestiales...101
Desmidiales...138, 140
Desmocapsales...63
Deuteromycotina...155, 156, 160, 177, 181, 182, 187, 227, 229, 230
Diatoma...83, 84
Diatomeae...75, 76
Dicranales...244, 246

Dicranum...246
D. scoparium...243, 246
Dictyota...89, 91, 92, 95
D. dichotoma...92, 95
D. laciniata...95
Dictyotales...94, 95, 100, 101
Dinobryon...69
Dinococcales...63
Dinoflagellatae...60, 63

E

Ecrinales...182
Ectocarpales...94, 100, 101
Ectocarpus...89, 90, 92, 95, 100
E. siliculosus...88, 95
Endogone...160
Endomycetales...182, 201
Enterobacter...33
Enterobacteriaceae...33
Enteromorpha...131, 133
E. intestinalis...134
Entomophthora...196
E. muscae...196
Entomophthorales...182, 195, 196
Epipyxis...66
Ericaceae...218
Erwinia...33
E. carotovora...33
E. carotovora pv. *carotovora*...33, 161
Erysiphaceae...205, 206
Erysiphales...182, 203, 205

F

Fischerella...45, 46
Florideophyceae...55, 103, 106, 109, 110, 111, 114, 117, 118, 229
Fomes fomentarius...170, 216
F. fraxineus...155
Fomitopsis pinicola...170, 216
Foraminifera...79
Frittschiella...136, 137, 151
Fucales...86, 89, 98, 99, 100, 101
Fucophycidae...94, 97, 100

G

Ganoderma lucidum...171, 216
Gasteromycetes...15, 182, 215, 219, 230
Gastrum fimbriatum...174, 220

Dinophyceae...63
Dinophyta...55, 56, 57, 60, 61, 63, 122
Dinotrichales...63
Discomycetes...181, 182, 201, 209, 230
Dothideales...182
Draparnaldia...136, 137
Dunaliella...123, 127
D. salina...127

Erysiphe...206

E. graminis...164, 207
Escherichia...27, 33
E. coli...24, 33
Euastrum...139, 140
E. ansatum...138
E. lobatum...138
Eubacteria...13, 21, 26, 27, 29, 49
Eucheuma...116
Eudorina...126, 128
E. elegans...129
Euglena...119, 121, 152
E. gracilis...57
Euglenales...120, 121, 151
Euglenophyceae...120, 230
Euglenophyta...56, 57, 118, 119, 120, 122
Eumycota...15, 181, 187
Eurotiales...182, 203, 204
Exobasidiales...182, 218
Exobasidium vaccinii...174, 219

Fucus...89, 93, 99
F. serratus...88, 94, 98
F. vesiculosus...88, 94, 98, 99
Fulgensia...211
Fuligo...186
F. septica...162, 185, 186
Funariales...244
Fungi...12, 13, 18, 153, 181
Fungi imperfecti...227, 229
Fusicladium dendriticum...212

Geitleria calcarea...45
Gelidiales...105, 111, 117
Gelidiocolax...112
Gelidium...112

Gigartina...112
G. mamillata...114
Gigartinales...111, 112, 117
Gloeocapsa...37, 43, 46, 177, 178
Gloiofeltis...115, 116
Gomphonema...76, 83
Goniotrichales...110
Gonium...126, 128

H

Halicystis...124, 144
Halidrys...100
Halobacterium...27, 29
Halococcus...29
Hapalosiphon...38, 46
Haplodiniophyceae...63
Helotiaceae...209
Helotiales...182, 209
Hemiascomycetes...182, 201, 230
Hepaticae...247, 248
Hepaticatae...236
Hepaticites devonicus...236, 247
Hericium...216
Heterokontae...71
Heterokontophyta...55
Horneophyton...239
Hyalococcus...177

J

Julescraneia...100
Jungermanniales...236

K

Klebsiella...33

L

Laboulbeniales...182, 187, 207
Laboulbeniomycetes...182, 201, 207, 230
Labyrinthulales...181
Lactarius...160, 218
L. piperatus...173, 218
Lactobacillus...30
L. bulgaricus...30
L. casei...30
Lagenidiales...182, 191
Laminaria...88, 89, 92, 99
L. cloustonii...92, 96
L. digitata...92, 96, 97
L. hyperborea...87, 97

G. pectorale...129
Gonyaulax...61, 62, 64
Gracilaria...103, 105, 112, 113
Gracilariocolax...113
Gunnera...44
Gymnodiniales...63, 64
Gymnodinium...61, 62, 63, 64
Gymnosporangium...225, 226

Hydnaceae...216

Hydnum...216
H. repandum...170, 216
Hydrodictyon...129, 130, 131
H. reticulatum...130
Hydromyxomycetes...181, 183
Hydrurus...69
H. foetidus...70
Hylocomium splendens...243
Hymenomonas...66, 70
Hymenomycetes...177, 182, 215, 218, 230
Hyphochytriales...181
Hyphochytridiomycetes...181, 187, 188, 190, 230
Hyphomycetales...182, 228
Hyphomycetes...182, 227, 228, 230
Hypnales...244

L. saccharina...88, 92, 94, 96, 97
Laminariales...86, 87, 88, 92, 94, 96, 97, 99, 100, 101
Lauraceae...218
Lecanorales...182, 209, 211
Legionellaceae...31
Lepiota...217
Leptomitales...181, 191
Leptospira...34
Leptothrix...33
Liliatae...15
Linum...227
Lithophyllum...113, 116
Lithothamnion...103, 113, 116

Lobaria pulmonaria...167, 211
Loculoascomycetes...182, 201, 211, 230
Lycoperdales...182, 219

M

Macrocystis pyrifera...96, 97
Macrolepiota...217
M. procera...172, 217
Magnoliophytina...15
Mallomonas...65, 66, 69
Marasmius oreades...174, 218
Marchantia...238
M. polymorpha...237, 238
Marchantiales...236, 237, 238
Mastigomycotina...156, 181, 187, 191
Melampsora...227
M. lini...227
Melampsoraceae...225, 227
Melanconiales...182, 227
Melanophyta...86
Merismopedia...37, 42, 43, 46
Meruliaceae...216
Meruliopsis...216
Merulius...216
M. lacrymans...216
Mesotaeniales...138
Mesotaenium...138
Methanobacteriales...29
Methanobacterium...27, 29
Methanococcales...29
Methanococcus...29
Methanomicrobiales...29
Methanomicrobium...29
Metzgeriales...236
Micrasterias...138, 139, 140
Micrococcus...27, 30

N

Navicula...83, 84
Neckerales...244
Nemalion...111
Nemalionales...104, 111, 117, 118
Nereocystis...92, 100
N. luetkeana...96, 97
Neurospora crassa...155
Nidulariales...182, 220
Nitella...57, 147, 149
N. batrachosperma...147

Lycoperdon pyriforme...174, 219
Lycopersicum esculentum...193
Lyngbia...43, 46

Microcystis...37, 41, 42, 43, 46
M. aeruginosa...43
Microsphaera...206
Mixochloris...73, 74
M. sphagnicola...74
Mnium...245, 246
M. punctatum...245
Mollicutes...31
Monera...12, 13, 21, 26
Moniliales...182
Monilinia fructigena...165, 209
Monoblepharidales...181, 188
Monostroma...152
Morchella esculenta...166, 210
Mucilago spongiosa...186
Mucor...196
M. mucedo...196, 197
M. rouxii...155
Mucorales...182, 195, 196, 197
Musci...236, 240, 247
Mutinus caninus...175, 220
Mycelia sterilia...227
Mycobacterium...27, 31
M. bovis...31
M. leprae...31
M. tuberculosis...24, 31
Mycoplasma...27, 31
Mycoplasmatales...31
Myxomycetes...181, 183, 184, 185, 188, 230
Myxomycota...181, 183, 229
Myxosarcina...43

N. tenuissima...147
Nitrobacter...27, 34
Nitrococcus...34
Nitrosococcus...34
Nitrosomonas...34
Nitrosospira...34
Noctiluca...64
N. miliaris...60, 61, 64
Nostoc...38, 40, 41, 44, 177, 178
N. commune...44
Nostocales...42, 44

O

Ochromonadales...68, 69
Ochromonas...65, 66, 68, 69, 70
O. danica...57
Oedogoniales...123, 125, 134, 151
Oedogonium...124, 134, 135
Oidiopsis...205
Oidium...205, 206, 207

P

Padina...87, 95, 100
P. pavonia...95, 96
Paleohalidrys...100
Paleocystophora...100
Pandorina...126, 128
P. morum...129
Parmelia furfuracea...211
Pasteurellaceae...33
Pediastrum...129, 130, 131
Pelagophycus...100
Pelodictyon...36
Peltigera...178
P. canina...168, 211
Peltigerales...182, 209, 211
Penicillium...204
P. chrysogenum...204
P. expansum...164, 204
P. roqueforti...204
Pennales...77, 78, 82, 83
Peranema...119, 121
Peranematales...120, 121
Peridinales...63, 64
Peridinium...61, 62, 63, 64
P. triquetrum...57
Peronospora...192, 194
Peronosporaceae...192, 193
Peronosporales...182, 191, 192
Persica vulgaris...203
Peziza aurantia...165, 210
Pezizales...182, 210
Phacidiales...182
Phacus...119, 121
Phaeophyceae...55, 94
Phaeophycidae...94, 100
Phaeophyta...55, 56, 73, 86, 100
Phaeothamniales...68, 70
Phaeothamnion...65, 69
P. borzianum...70

Oomycetes...154, 157, 181, 187, 188, 190, 191, 229, 230
Orchidaceae...160
Oscillatoria...27, 38, 41, 42, 43, 44
O. agardhii...44
O. borneti...44
O. rubescens...44
Oscillatoriales...42, 43, 44
Ovulariopsis...205

Phallales...182, 220
Phallus impudicus...175, 220
Phaseolus vulgaris...226
Phragmidium...225, 226
P. disciflorum...176, 226
Phyllactinia...206
Phyllophora...112
Phyllosiphonaceae...73
Physarales...181, 185, 186
Physarum...186
Physcia stellaris...167, 211
Phytophthora...192, 193
P. infestans...163, 193
Picea excelsa...211
Pinnularia...77, 83
Pinus cembra...227
P. strobus...227
P. sylvestris...211
Pityrosporum...202
Plantae...12, 13, 15, 18, 231
Plasmodiophora brassicae...162, 186
Plasmodiophorales...181
Plasmodiophoromycetes...181, 183, 186, 188
Plasmopara...192, 194
P. viticola...163, 194
Plectomycetes...182, 201, 203, 230
Pleosporales...182, 212
Pleurocapsa...37, 43
Pleurocapsales...42, 43
Pleurococcus...129, 130, 177
P. vulgaris...130
Pleurosigma...83, 84
P. angulatum...78
P. elongatum...78
Podosphaera...206
Polyporaceae...216
Polyporus palustris...155
P. squamosus...170, 216

Polysiphonia...103, 106, 108, 109, 115, 118
Polytrichales...244
Polytrichum...233, 235
P. commune...244
Porphyra...102, 103, 106, 107, 110, 115, 118
P. leucosticta...110
Porphyridiales...110, 117
Porphyridium...102, 103, 110, 115
P. purpureum...110
Potexvirus...50
Potyvirus...50
Prasinophyceae...124, 125, 142, 151
Procaryotae...12, 13
Prochlorales...47
Prochlorophyta...35, 47
Prochloron...19, 27, 47
P. didemni...47
Prochlorothrix...47
P. hollandica...47
Prorocentrum...63
P. micans...61
Prosthecochloris...36
Proteus...27, 33

R

Ramaria...216
R. botrytis...169, 216
Reoviridae...50
Rhabdoviridae...50
Rhizobiaceae...31, 32
Rhizobium...32, 33
R. leguminosarum...32, 33
Rhizocarpon...180
R. geographicum...166, 211
Rhizochloridales...73
Rhizochloris...73, 74
Rhizoctonia...160
Rhizomnium punctatum...245
Rhizopus...196
R. nigricans...155, 196, 197
R. sexualis...196
Rhodocyclus...36

S

Saccharomyces...202
S. cerevisiae...155, 201, 202
S. cerevisiae var. *ellipsoideus*...202
Saccharomycetales...201
Salmonella...27, 33

Protista...12, 13, 17, 52
Protococcales...129
Protomycetales...182, 201
Prototheca...150
Prunus domestica...202
Prymnesiophyceae...67, 68, 70
Pseudevernia furfuracea...167, 211
Pseudoidium...205
Pseudomonadaceae...31, 32
Pseudomonas...27, 32
P. fluorescens...32
P. syringae...32
P. syringae pv. *lachrymans*...32, 161
Pseudotrebouxia...177
Puccinia...225, 226
P. graminis...176, 213, 226
P. striiformis...226
Pucciniaceae...225
Pyrenomycetes...182, 201, 207, 230
Pyrrhophyta...60, 63, 64
Pythiaceae...192, 193
Pythium...193

Rhodophyta

...55, 56, 100, 102
Rhodopseudomonas...36
Rhodospirillum...27, 36
Rhodymenia palmata...114, 115
Rhyniaceae...248
Rhyniales...239
Ribes...227
R. grossularia...207, 227
R. nigrum...207, 227
R. rubrum...207, 227
Rickettsia...27
R. typhi...48
Rickettsiales...24
Rivularia...38, 40, 41, 44, 45, 177
Russula...160, 218
R. vesca...173, 218
Russulaceae...218

Saprolegnia

...191
S. ferox...192
S. parasitica...155, 192
Saprolegniales...182, 191
Sarcina...30
Sarcodon...216

Sargassum...98, 99
S. bacciferum...98
S. fluitans...98
S. natans...98
Scenedesmus...57, 129, 130, 131, 150
S. caudatus...129, 130
Schizophyta...21
Schizosaccharomyces...201
Scleroderma citrinum...174, 220
Sclerodermatales...182, 220
Sclerotinia...156
S. sclerotiorum...165, 209
Sclerotiniaceae...209
Scytonema...38, 44, 177
Serpula...216
S. lacrymans...171, 216
Shigella...33
Siphonocladales...143
Solanaceae...190
Solanum tuberosum...190, 193
Sparassis...216
Spermatophyta...15
Sphacelaria...95
S. cirrhoza...95
S. fluviatilis...95
Sphacelariales...94, 95, 100, 101
Sphacelia segetum...207, 208
Sphaeriales...182, 207
Sphaeropsidales...182, 227
Sphaerotheca...206
S. mors-uvae...164, 206
S. pannosa var. *rosae*...164, 207
Sphaerotilus...33
Sphagnales...240
Sphagnidae...240, 247, 248
Sphagnum...74, 240, 241, 242
S. angustifolium...240

T

Tabellaria...83, 84
Taphrina...202
T. deformans...163, 203
T. pruni...163, 202
Taphrinales...182, 201, 202
Teliomycetes...182, 215, 220, 230
Teloschistales...182, 209, 211
Teloschistes...211
Tetragonidium...58, 59

S. flexuosum...240
S. magellanicum...242
S. palustre...242
S. papillosum...242
Spirochaeta...27, 34
Spirochaetales...24
Spirogyra...54, 57, 141
Spirulina...38, 44
S. adriatica...44
S. albida...44
S. gracilis...44
S. laxa...44
S. platensis...44
S. tenuissima...44
Spongospira subterranea...186
Sporobolomycetales...182
Sporochneales...101
Staphylococcus...24, 27, 30
S. aureus...30
Stemonitales...181, 185
Stemonitis...185
S. fusca...162, 185, 186
Stereaceae...215
Stereum hirsutum...169, 215
Stigonema...38, 45, 46
Stigonematales...42, 45, 46, 47
Streptococcus...24, 27, 30
S. thermophilus...30
Streptomyces...27, 31
S. griseus...31
S. scabies...31
Streptopodium...205
Sulfolobus...27
Synchytrium endobioticum...162, 189, 190
Synechococcus...37, 40
Synedra...83, 84
Synura...65, 69

Thallophytae

...13
Thermoplasma...28
Thiobacillus...24, 27, 34
Thiocapsa...36
Thioplaca...34
Thiospirillum...36
Thiothrix...34
Tilletia...176, 223
T. caries...221
T. foetida...223

T. intermedia...223
T. tritici...223
T. triticoides...223
Tilletiaceae...222, 223
Tobacco mosaic virus...50, 161
Tobamovirus...50
Trachelomonas...119
Tranzschelia...225, 226
Trebouxia...177, 211
T. erici...179
Tremellales...182
Treponema...21, 27
T. pallidum...34
Tribonema...72, 74

U

Ulothrix...124, 131, 132, 150, 151, 152
U. zonata...132
Ulotrichales...125, 131, 151, 152, 247
Ulva...124, 131, 132, 133, 152
U. lactuca...133
U. latissima...133
Uncinula...206
Uredinales...182, 220, 223, 224, 225
Urocystis...223

V

Vaccinium vitis-idaea...219
Vaucheria...72, 74, 75
V. sessilis...75
Vaucheriales...229
Venturia inaequalis...168, 212

X

Xanthomonas...32
X. campestris...32
X. campestris pv. *pruni*...32, 161
Xanthophyceae...55, 73, 229, 230

Z

Zanardinia...95
Zoopagales...182
Zygnema...140
Zygnematales...138, 140, 151

Tribonemales...73, 74
Triceratium...76, 82, 83
Trichia varia...162, 185, 186
Trichiales...181, 185, 186
Tricholoma...160
Tricholomataceae...218
Trichomycetes...182, 195, 230
Triphragmium...225
Triticum...223, 226
Tuber...160
T. aestivum...166, 210
Tuberales...182, 210
Typhula...216

Uromyces...225, 226
U. appendiculatus...176, 226
Usnea...180
U. barbata...167, 211
Ustilaginaceae...222
Ustilaginales...182, 220, 221, 222
Ustilago...213
U. avenae...221
U. maydis...176, 222, 223
U. tritici...175, 222

Verrucaria...207
Vibrionaceae...33
Volvocales...125, 126, 129, 151, 152
Volvox...53, 128, 152
V. carteri...57
V. globator...129

Xanthophyta...55, 56, 71, 72
Xanthoria...211
X. parietina...168, 211
Xenococcus...43
Xenodocus...225

Zygnematophyceae...124, 125, 137, 138
Zygomycetes...160, 182, 195, 230
Zygomycotina...154, 156, 157, 160, 182, 187, 194, 195

